

A. A. 勃拉貢拉沃夫 主編



國防工業出版社



統一書号：5034·6

定　价：2.00元

前　言

作为荣获列宁勳章的以捷尔任斯基命名的紅軍炮兵学院学員的教材的本書，是按照学院教学大綱講授特种制造課程部分的初步經驗总結。

为了給讀者以槍管制造总的概念，特从鋼材的熔煉开始来加以叙述。这样做，同时也是因为槍管毛坯的制造是具有某些特点的。

主要注意的問題是槍管的机械加工，特别是槍膛的加工。此外，还研究了制定槍管机械加工工艺过程的原則。

考虑到軍事工程师的培养范圍，对槍管鋼和槍管的驗收問題佔用了相当多的篇幅。

作者將衷心感激地接受所有对本書的指正和希望。

緒　論

槍管制造包括兩个連續的按照工艺特征区分的过程：

1）槍管毛坯的制造，2）槍管的制造。

槍管的毛坯，从鋼的熔煉开始，在冶金工厂中进行制造，并且整个生产可以分成以下的几个阶段：1）槍管鋼的制备；2）鋼錠的粗軋和輾軋；3）按槍管毛坯的圖样进行鍛造。

由槍管毛坯制成槍管的过程是在兵工工業的机械工厂中进行的，并且在这里可以分成以下几个阶段：1)槍管毛坯的机械加工；2）槍管的热处理；3）槍膛的鍍鉻；4）槍管外表面的化学着色。槍管的制造过程，最后以槍管的試驗結束。

目　录

第一篇　槍管鋼与槍管毛坯的制造

第一章　槍管的結構 …… 1
§ 1. 槍管按工艺特征的分类 …… 1
§ 2. 槍膛的構造 …… 2
§ 3. 槍管外表面的部位 …… 7
§ 4. 槍管外部部位的尺寸在工作圖上的标註 …… 8
第二章　制造槍管用的鋼料 …… 9
§ 5. 槍管材料的基本要求 …… 9
§ 6. 鋼的种类 …… 12
第三章　槍管鋼的生产 …… 14
§ 7. 槍管鋼的熔煉 …… 14
§ 8. 鋼錠的檢驗試驗 …… 18
§ 9. 化学成分的檢驗 …… 20
§ 10. 机械試驗 …… 21
§ 11. 鋼的熔煉和澆鑄条件的檢驗 …… 24
§ 12. 按冷却速度檢驗鋼錠和初軋鋼坯 …… 24
§ 13. 粗型組織研究 …… 25
§ 14. 巴烏曼印痕檢驗 …… 27
§ 15. 墊圈折斷檢驗 …… 28
§ 16. 縱向的粗型浸蝕 …… 28
§ 17. 非金屬夾杂物檢驗 …… 28
§ 18. 晶粒大小的檢驗 …… 29
§ 19. 可碎硬性檢驗 …… 30
第四章　槍管毛坯的制造 …… 31
§ 20. 鋼錠的压軋和压延 …… 31
§ 21. 槍管毛坯的鍛造 …… 34
§ 22. 槍管毛坯的热处理 …… 37
§ 23. 退火后的槍管檢驗試驗 …… 38

第二篇 槍管的机械加工

§ 24. 槍管机械加工概論……43

第五章 槍管的深孔鑽削……44

§ 25. 鑽深孔前的准备工序……44

§ 26. 深孔鑽削的基本原理……49

§ 27. 深孔鑽削用刀具……53

§ 28. 深孔鑽削用的机床……65

§ 29. 深孔鑽削用的潤滑冷却液……79

§ 30. 槍管深孔鑽削的切削用量……83

§ 31. 影响鑽头偏离的主要因素分析……87

第六章 槍膛的鉸孔……95

§ 32. 槍膛鉸孔工序的一般特性……95

§ 33. 槍膛鉸刀的結構……98

§ 34. 鉸刀的制造……107

§ 35. 鉸槍膛的方法……108

§ 36. 鉸深孔的机床……110

§ 37. 鉸孔用的潤滑冷却液……117

§ 38. 鉸孔的工作規范……117

§ 39. 拉槍膛用的拉刀……118

第七章 膛綫的形成……128

§ 40. 膛綫形成的方法……128

§ 41. 拔膛綫……129

§ 42. 用拔綫刀拔膛綫的拔綫机……137

§ 43. 切削用量和潤滑液……144

§ 44. 用拔綫刀拔膛綫的主要缺点……145

§ 45. 用拉刀拉膛綫……145

§ 46. 用挤压法(冲綫法)在槍膛內形成膛綫……146

§ 47. 正确的确定冲綫工序的根本因素……147

§ 48. 冲头的構造……151

§ 49. 冲綫时槍管硬度对其变形和牽引力的影响……155

§ 50. 槍管內外直徑的变化对牽引力的影响……157

§ 51. 冲綫时潤滑对于牽引力变化的影响……161

§ 52. 冲綫用的机床……163

§ 53. 槍管膛綫部分的檢驗……………………………… 166
§ 54. 槍膛表面的精加工……………………………… 169
第 八 章 槍管彈膛的加工 ……………………………… 171
§ 55. 彈膛加工工序的特性……………………………… 171
§ 56. 彈膛加工用的切削工具……………………………… 176
§ 57. 預鉸和精鉸彈膛的机床……………………………… 183
§ 58. 潤滑冷却液……………………………… 186
§ 59. 彈膛制造正确性的檢驗……………………………… 186
第 九 章 槍管校正 ……………………………… 193
§ 60. 槍管校正的功用……………………………… 193
§ 61. 檢查槍膛直綫性的陰影法……………………………… 194
§ 62. 利用"点"仪器測定槍管的弯曲……………………………… 199
第 十 章 槍管的外部加工 ……………………………… 200
§ 63. 槍管的外部車削……………………………… 200
§ 64. 切削槍管螺紋的特性……………………………… 206
§ 65. 切齐槍管尾端端面及其各部位的加工……………………………… 213
§ 66. 槍口端面的加工……………………………… 215
第十一章 槍管的热处理，鍍鉻及氧化处理 ……………………………… 217
§ 67. 槍管的热处理……………………………… 217
§ 68. ДП 和 ШВАК 槍管尾端面的热处理……………………………… 223
§ 69. 槍膛表面的鍍鉻……………………………… 224
§ 70. 槍管鍍鉻前的准备……………………………… 225
§ 71. 槍管的电解鍍鉻……………………………… 228
§ 72. 槍膛鍍鉻后的主要缺陷……………………………… 232
§ 73. 鍍鉻时彈膛的隔絕……………………………… 233
§ 74. 槍管外表面的化学着色(珐藍) ……………………………… 234
§ 75. 氧化層的檢驗……………………………… 239

第一篇　槍管鋼与槍管毛坯的制造

第一章　槍管的結構

§1. 槍管按工艺特征的分类

槍管主要是根据武器的类型及自動的原理按照它的外部構造来区分的，槍管外表面上用以裝配与其相連接的零件的部位的数量是依武器类型及自動原理决定的。槍管上的部位的数量及其特征决定制造槍管的工艺复杂性。

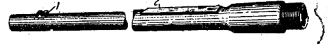


圖 1　1891/1930 年式步槍的槍管

在工艺上最簡單的是这样的槍管，它的構造允許在車床上完成全部的外部加工。在这种情形下，槍管上不应当有凸部。因此所有的槍管可以按工艺上的特征分成兩类：(1)是旋轉体的槍管，(2)不是旋轉体的槍管。

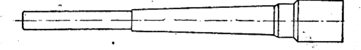


圖 2　槍管——旋轉体

例如 91/30 式步槍的槍管（圖 1）不是旋轉体，因为它有二个凸部：标尺座 2 和准星座 1；而毛瑟步槍的槍管是旋轉体，因为标尺座和准星座是套在槍管上为它們而制成的圓柱部分上的。

旋轉体槍管（圖 2）的毛坯和这些槍管的制造工艺过程比較簡單，一方面槍管毛坯可以制成較小的尺寸以节省金屬材料，因

为机械加工时的切屑較少。在个别的情形中，例如当制造德普式（ДП）槍管时可以免去槍管毛坯的鍛造的整个生产过程。另一方面当加工不帶凸部的槍管外表面时，不必应用加工凸部表面用的附加設备和刀具。

当槍管上存在凸部时，必需將它們与联接槍管及机匣的部位互相严格地定准，以便能够正确地裝配。这就要在編制槍管制造工艺过程和槍管与机匣裝配的工艺过程时加以特別說明。例如1891/1930年式步槍槍管上的螺紋，是在最后精加工各凸部之后切制的，以便利用加工后的凸部作为基准，而槍管和机匣只在檢驗螺紋以后才进行裝配。

§ 2. 槍膛的構造

在各种类型的槍械中，槍膛的構造大致都是相同的，所差異者只是膛綫的数量及其形狀或彈膛的輪廓。

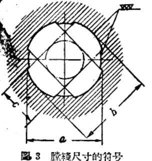


圖 3　膛綫尺寸的符号

在苏联各种国产槍械的膛綫是長方形的；口徑7.62公厘的槍管有四条膛綫，而口徑更大的槍管則有八条膛綫。决定槍管膛綫部分的断面的尺寸在工作圖上註明（如圖3所示），几种槍管的尺寸値和制造精度如表1所示。

表1所列入的数据表明陽綫的直徑以最大的精度制造，它的制造精度接近三級；陰綫直徑的制造精度在三級与四級之間但接近于四級；陰綫的寬度以七級精度加工，陽綫和陰綫的表面加工光潔度相当于▽▽▽。

槍膛直徑尺寸的相当高的制造精度基本上决定于以下三点要求。

（一）膛綫深度靠公差以得到尽可能小的差別。

（二）尽可能小的彈头壳和陰綫底間的徑向間隙的差別。

（三）尽可能小的槍膛断面面积的变化。

滿足了这些要求就可以保証槍管的彈道性能的稳定和必須的槍管寿命。

表 1

型　　式	膛綫数	尺寸的数值以公厘計（見圖 3）			
		a	b	c	膛綫的纏度
ДП 及其他	4	$7.62^{+0.0635}$	$7.925^{+0.075}$	$3.81^{+0.2}$	240
1933年式 12.7	8	$12.66^{+0.08}$	$13^{+0.1}$	$2.8^{+0.2}$	381
机槍❶ ПТР	8	$14.5^{+0.08}$	$14.93^{+0.1}$	$3.4^{+0.3}$	420

例如当膛綫深度有很大的減小时，彈头壳即較快的磨損陽綫幷減小陰綫的导轉側面，使槍彈早期离开陰綫。当彈头壳和陰綫底部之間的間隙增大时，冲入这一間隙的气体即增多从而降低槍口活力，幷減小初速度。

当槍膛的断面面积因公差而有很大的变化时，初速度和最大压力即产生差別。

槍膛表面的加工光潔度特別是陽綫的光潔度，对于槍彈在膛內的运动阻力，有很大的影响。槍膛表面的加工越粗糙槍彈的运动阻力就愈大，也就是摩擦系数 f 和摩擦力 f_N 变得愈大。当槍膛表面有横向的綫条时，力 f_N 即有很大的增加，槍膛表面的这些缺陷同时可能是子彈彈心与彈头壳脫离的原因。此外，表面光潔度也会影响到槍管的磨損强度和抗蝕性。

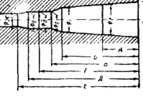
槍膛的加工精度和表面光潔度的要求決定了他們的制造工艺和工艺操作的特性。由于这样使得必需采用（特別是在最后的工序中）精密的設备和工具，幷且創造出一定的工作条件，以消除在經过最后精加工的槍膛表面上形成横向細綫的可能性。

槍管的彈膛由若干个錐体構成，它們的数目隨子彈的構造而

❶ 以前公差是 0.05 和 0.075 公厘，公差的放寬是因为实行了"厚"層鍍铬的工序，这一工序使槍管的寿命增加了二至三倍。

定。在大多数的型式中彈膛是四至五个錐体組合，如圖 4 所示，其中符号：а—б——大錐体；в—г——彈壳斜肩用的第二个錐体；г—д——彈壳口部用的第三个錐体；е—Ж——彈头入口的錐体。

彈头入口的圓錐包括平滑的部分 д—е 和膛綫部分 е—Ж；Ж 綫是膛綫輪廓全部深度的起点，而 е 綫是槍膛膛綫的起点。彈头入口的平滑部分是第四圓錐，而膛綫部分是第五个圓錐❶。


圖 4 步槍子彈的彈膛

使用手槍子彈的武器其彈膛的圓錐数有时

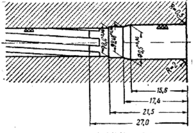
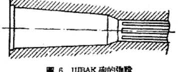


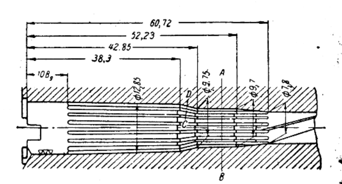
圖 5 1941 年式沖鋒槍的彈膛


圖 6 ШВАК 砲的彈膛

❶ 彈头入口膛綫部分的錐度的大小对于强迫推入槍彈的压力有影响；强迫推入槍彈的压力随錐度的增大而增加，并可能成为使槍彈彈心与彈头壳脫离的原因之一。

較少（圖5），ШВАК砲的彈膛由于它的构造的特殊，只包括二个圓錐（圖6）。

为了使彈壳便于退出，在某些型式的槍中在彈膛的表面制有"Ревелли"槽。例如在ШКАС机槍的槍管內，在槍彈的各个圓錐的表面上都有这种槽（圖7）。而在一九四零年式的步槍槍管中，



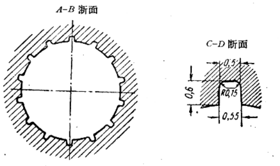


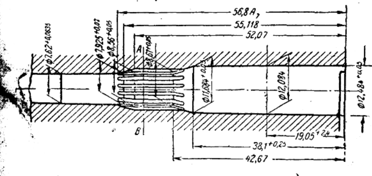
圖 7 ШКАС 7.62 公厘机槍的彈膛

则只在第二第三第四圓錐上才有这种槽（圖 8）。

彈膛各部分的尺寸，通常是在工作圖上註明，如圖四所示。各种尺寸的数值和公差列在表 2 內。

外国武器槍管彈膛的直徑尺寸，也是以大致相同的精度制成的。

彈膛的加工光潔度相当于槍膛膛綫部分的加工光潔度。在彈膛的表面上也不允許有显著的刀痕和特別的横向綫条。加工不够光潔的表面（特别是彈膛大圓錐的表面）將增加彈壳对于彈膛壁面的摩擦，使彈壳不容易退出。經驗証明，当彈膛的大圓錐表面上存在环形的刀痕时退壳时的力即增大很多；这里往往是自动武



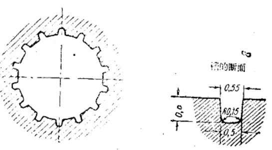


圖 8 1940 年式 7.62 公厘步槍的彈膛

器的自动机構在工作中产生故障的原因。第一和第二圓錐的配合不够准确或甚至在这些配合中形成很小的凹陷时也会造成同样的結果。退壳力的增大也是拉壳鈎寿命減低和彈壳凸緣被拉脫的主要原因之一。

彈膛的第三和第四圓錐配合得不精确，会影响槍彈在槍膛內运动的基本条件，破坏槍彈切入膛綫时的正确方向，因而影响到射击的密集度和命中率。这种配合中的粗糙度在彈头壳和气体的作用下而破坏，从而減低了槍管的寿命。

表 2

型式		ДП 和 ПМ	ПЛШ	ДШК	ПТРД
尺寸的数值以公厘計（見圖4）	а	$12.424^{+0.05}$	$9.92^{+0.05}$	$21.89^{+0.05}$	$27.065^{+0.05}$
	б	12.084	—	—	—
	в	$11.684^{+0.05}$	$9.5^{+0.05}$	$19.23^{+0.05}$	$25.8^{+0.05}$
	г	$8.61^{+0.05}$	$8.48^{+0.05}$	$14.08^{+0.05}$	$16.7^{+0.05}$
	д	$8.56^{+0.05}$	$8.4^{+0.05}$	$13.91^{+0.05}$	$16.55^{+0.05}$
	е	$7.925^{+0.076}$	—	$12.95^{+0.05}$	$15.95^{0.05}$
	А	19.05	—	—	—
	Б	83.1	15.6	78.25	$81.4^{+0.05}$
	В	42.67	17.4	$86.25^{+0.15}$	$92.3^{+0.05}$
	Г	52.07	21.5	$103^{+0.25}$	107
	Д	55.118	27	113	110
	Е	93.15	—	133	—

§ 3. 槍管外表面的部位

槍管外表面上部位的数量是不同的，彈倉步槍、手槍、机槍和按后座力原理作用的自动武器的槍管，一般这些部位的数量是較少的。結構能够达到这样的簡化不仅是因为沒有排气裝置，也可以用將表尺、准星、消焰器和槍口駐退器裝在其他相配合的零件上的方法以达到之。为了減少部位的数量，并因而簡化槍管的

制造工艺在某些按照通过槍管壁上的孔引出火药气体的原理工作的自动武器的系統中（例如 ДП）瞄准具的各个單元（准星）从槍管移到其它的机件——套筒上。

每一槍管所应有的最具特征的部位是：1）槍管的尾部端面；2）槍口端面；3）联結槍管与机匣的部位。

許多类型的槍中在槍管的尾端面上，有拉壳鈎和送彈齿用的凹部，这就很自然地使槍管的加工复杂化。

§4. 槍管外部部位的尺寸在工作圖上的标註

槍管的尾端面是它的構造基准。因此，决定与槍管配合的各种不同零件的配置的大多数尺寸，是在槍管的工作圖上从这一表面表示出的(圖 9)。

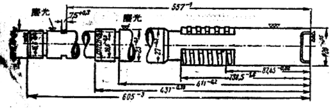


圖 9 ДП 7.62 公厘輕机槍的槍管

但是在許多情形中，例如在步槍中，外表面各部位的尺寸是由槍管上一个特別的凸肩出發来表明的，这个凸肩是当槍管与机匣配合时限制槍管的伸入用的（圖10）。对于这些構造来說，与机匣的端面相配合的凸肩表面就是根据工艺的观点所决定的輔助基准。确定輔助基准与端面距離的尺寸时总是要求有严格的公差。

确定与装配到槍管上的零件的各部位相配合的槍管部位的位置尺寸，一般以定准这些零件在槍管上的位置的表面作为基准来註明。例如，槍管壁上的气孔位置，就是以导气箍与槍管装配时抵住导气箍的槍管凸部表面为基准的尺寸，这一类的表面是附加的設計基准，称为裝配基准。

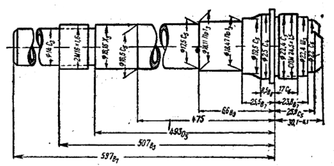


圖 10　1940 年式 7.62 公厘步槍的槍管

如果槍管是許多零件裝配的基件或在槍管尾端面上構成了槍閂用的許多部位，則它們的位置应严格的对联接槍管及机匣的部位定准。例如当槍管与机匣用螺紋联接时，这种定准就决定于螺紋起点的位置，这起点也是需要定准的各个部位对它协調的輔助基准。

有了这些基准，就可以正常的确定槍管外部加工工艺过程中的排列工序的程序。

槍膛的軸綫和槍管的尾端面对于所有的槍管都是共有的主要設計基准。主要基准和輔助基准用作拟定槍管机械加工的工艺規程的依据。

第二章　制造槍管用的鋼料

§ 5. 槍管材料的基本要求

根据槍管的工作条件对它所提出的基本要求，可归結为强度和足够的寿命兩部分。

在射击时槍管承受数量很大幷且作用性質为动力的火藥气体的压力而不应产生永久变形，所以槍管是由屈服点足够高的鋼制成的。由于可能产生火藥气体的压力增高的情形（所裝的火藥量

增多，枪彈在槍膛內被卡住等情况），因而槍管的材料必須能完全消除脆性破裂的可能。这里以应用具有塑性和冲击韌性充分高的鋼来加以保証。

含炭 0.5～0.7%：并經过热处理的普通炭鋼可以滿足膛压为 3000～3300 公斤/平方公分 的步槍槍管和机槍槍管的强度和韌性的要求。在大多数国家中对于这些槍管采用的鋼其屈伏点不低于 50～55 公斤/平方公厘，最后拉断强度 70～90 公斤/公厘² 伸長率为 12～15%。

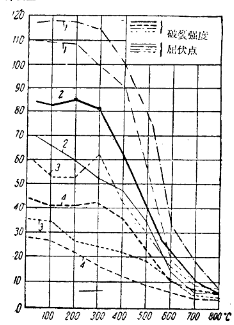


圖 11 溫度对于鋼的机械性能的影响
1—高合金鎳鉻鋼；2—中合金鎳鉻鋼；
3—含炭0.45%的鑄鋼；4—CT37鋼。

槍管的材料不仅应該是韌性的同时也是足够均匀的，并且不应該含有非金屬夾杂物。

同时应該注意槍管的寿命只能是有限的，它的寿命决定于槍膛膛綫部分的磨損。这种磨損又决定于火药气体对槍膛表面的机械作用、热作用和化学作用以及槍彈沿槍膛运动时的摩擦。所以槍管材料应該具有足够的耐磨性。

抗磨强度随屈伏点和破坏强度的提高而增大，同时金屬的韌性、硬化性和結構对于耐磨性有决定性的影响。

金屬在含硫、磷、微小的非金屬杂質，特别是气体（首先是氧）方面的純度同样也有很大的意义。所以必需特别仔細地使鋼脫氧，將它提純，并尽可能的更完全的除掉气体。

預先选擇槍管鋼的好方法应該是适当地提供实驗室的磨損試驗。金屬的磨損实驗推行的还不够广泛，在工業的实踐中，广泛采用着金屬硬度試驗。其实許多研究都表明在耐磨性和硬度之間并無任何物理的关系。已經肯定的意見——即耐磨性随硬度的增加而增高——往往是形式的确定。但是，确定硬度对于热处理檢驗是非常方便的。所以到現在为止，射击試驗仍为最后評价槍管材料所不可缺少的方法。

关于随温度增高而使鋼的耐磨性改变还沒有任何肯定的結論，但已經确定所有金屬的屈伏点都随着温度的增高而下降（圖11）❶。温度提高而屈伏点降低很少，这样的鋼是好的槍管鋼，由圖11可見，在屈伏点的相对降低方面合金鋼比炭鋼为好，同时前者由于合金成份和結構良好，在常温下就具有較好的屈伏点。

高温下的破坏試驗数据可以用来預先选擇材料。但問題的最后解决只能用确定槍管寿命的射击法。

与α鉄組成的固溶体的元素如鎳、釩等使鋼的純鉄体的强度和韌性增加，与炭組成的炭化物的元素如鉻、鉬等可提高鋼的硬

❶ 参閱什維宁格(Цвининг)著：槍管的結構和材料。

度和它的抗磨損性能。这就是复合的特种鋼(鎳鉻鋼、鎢鉻鋼等)所以被普遍应用的原因。除此以外，特种元素的作用还在于他能够促进制件表面和內部的粹火結構均勻，这对于炭鋼并不是經常可以达到的。

增加槍管的寿命还可用在槍膛表面上鍍各种耐磨損的金屬的方法来达到，其中最普遍的是鍍鉻。

§ 6. 鋼的种类

苏联的槍管是由50A 号槍管炭鋼和30XH2MΦ(0392)和38XCA(40XCA)号特种鋼制成的，同时，38XCA号鋼系用作30XH2MΦ鋼的代用品。

炭鋼一般用来制造口徑7.62公厘的自动（射击速度低的）和非自动武器的槍管。特种鋼用来制造口徑更大的（12.7、14.5和20公厘）槍管以及口徑为7.62公厘的高射速的机槍的槍管（表3）。

所指鋼号的化学成份在表4列出，机械性能則列在表5內。

表 3

武　　器	口徑(公厘)	鋼 的 牌 号
Наган式左輪手槍、TT手槍、ППШ冲鋒槍、1891/1930年式步槍、ДП輕机槍、ПМ重机槍	7.62	50A槍管
ДШК和Березина大口徑机槍	12.7	30XH2MΦ或38XCA
ПТРД和ПТРС	14.5	38XCA或30XH2MΦ
ШВАК砲	20	30XH2MΦ
ШКАС机槍	7.62	30XH2MΦ

在国外，步槍槍管由含炭0.6～0.7%、屈伏点60公斤/公厘²、最后破裂强度90公斤/平方公厘及伸長率12～15%的碳鋼制成。

表 4

鋼号	化学成份 %								
	C	Mn	Si	P（不超过）	S（不超过）	Cr	Ni	Mo	V
50A槍管鋼	0.46～0.53	0.50～0.80	0.17～0.37	0.035	0.030	0.30	0.30	—	—
30XH2MΦ (0392)	0.25～0.35	0.35～0.60	0.15～0.35	0.035	0.030	0.6～0.9	2.0～2.5	0.25～0.35	0.15～0.30
38XCA	0.35～0.42	0.3～0.6	1.1～1.4	0.035	0.030	1.3～1.6	0.5	—	—

表 5

鋼号	試驗时的狀态	最后破裂强度 σ_b 公斤/公厘²	屈伏点 σ_s 公斤/公厘²	拉伸率 δ %	断面收縮率 %	米納瑞氏冲击值 a_k 公斤公尺/公分²	布氏压痕直徑 公厘
50A	退火或正常化以后	63～80	34	13	40	—	4.6～4.1
	淬火和回火以后	800～100	55	8	40	5	3.9～3.5
30XH2MΦ	淬火和回火以后	90	80	8	35	9	3.7～3.3
38XCA	淬火和回火以后	90	70	12	45	6	3.6～3.8

表 6

名称	C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	V	W
7.92公厘馬克沁輕机槍	0.75	0.44	0.49	0.019	0.017	0.06	—	—	—
7.92公厘勃朗宁重机槍	0.75	0.33	0.46	0.005	0.01	0.13	—	—	—
波蘭輕机槍	0.75	0.63	0.38	0.008	0.01	0.43	—	0.18	—
波蘭反坦克槍	0.76	0.64	0.38	0.006	0.008	0.12	—	—	1.59

在英国和加拿大工厂中，机枪枪管用含碳0.5～0.6%，含鉻0.75～1.25%。含釩0.13～0.25%，最后破裂强度为110～130公斤/平方公厘的鉻釩鋼。在美国司普利费尔德工厂中，步枪和机枪的槍管由鉻鉬鋼制成。

波蘭陆軍和德国陆軍的各种枪械的槍管鋼的化学成份列在表6中，它們的机械性能在表7內列出。

在所有这些类型中，高含碳量保証了很高的抗磨性，但使机械加工大为复杂化。

表 7

名　称	比例極限	σ_s 公斤/公厘²	σ_b 公斤/公厘²	$\delta\%$	$\psi\%$	a_k 公斤公尺/公分²	布氏压痕直徑以毫米計
7.92公厘馬克沁机枪	57	61	89	14	56	4.1	3.7～3.9
7.92公厘勃朗宁重机枪	91	95	100	13	45	6.2	3.5～3.6
波蘭輕机枪	87	98	105	13	56	6.4	3.5～3.6
波蘭反坦克槍	89	96	105	11	47	5.0	3.4～3.5

第三章　槍管鋼的生产

§ 7.　槍管鋼的熔煉

槍管鋼是在容量40～80吨的碱性馬丁爐和电弧电爐(0392和38XCA号鋼)內煉成的。

熔煉50A槍管鋼所用爐料成份在表8內示出❶。

爐料中所包含的全部材料都必需过秤。加裝爐料以前，应將爐內的剩余金屬和熔渣除去，用白云石塡补爐底、爐坡和前后

❶ 根据主要兵工厂工艺法。

表 8

爐 料 成 份		数 量 %
鑄 鉄	木碳生鉄或焦碳生鉄	20～30
	廢鉄	5
	鏡鉄	1～1.5
廢平爐炭鋼	1級	25～40
	2級	25～40
	4級	10以內
熔 剂	新焙燒过的石灰	6～7
	碎石灰石	8～9
	干燥鋁矾土	1

壁，烘干爐子并堵上出鋼口。准备工作在充份向爐子送入煤气和空气时进行。

爐料应按严格规定的程序裝入。首先应將石灰石和重量輕的清潔的爐料(切屑、小塊鋼)直接加到爐底上，以保护爐底，免于受到爐料中沉重部分的冲击而撞伤。同时，位在下部的切屑受到爐內气体的氧化作用較少，而石灰石能够更好的受热，并防护生鉄所含的矽在氧化时所生成的 SiO_2 侵蝕爐底。生鉄的熔点較低，因即流向下方并熔解鋼屑和廢鋼，以此保証更迅速的熔化。

然后裝入 20～25% 的爐料鋼和鋁矾土，加热 15～20 分鐘以后裝入爐料的剩余部。八十吨平爐的裝爐时間为 4～4.5 小时。

裝料以后，为了縮短熔煉週期的延續时間（因为該时正进行着鉄和生鉄的杂質的最剧烈的氧化），应將爐温迅速提高。

平爐的熔煉过程可分为兩个阶段：裝料和熔解、沸腾。

鋼的熔解应在最大热規范下进行；此时，一般并不出渣和加入附加剂，但鋁矾土粘土碎塊除外。

在熔解阶段，进行以下的主要反应：

第一次反应 $\left\{\begin{array}{l}2Fe+O_2 \rightarrow 2FeO+128600\text{卡} \\ Si+O_2 \rightarrow SiO_2+194900\text{卡} \\ 2Mn+O_2 \rightarrow 2MnO+181600\text{卡}\end{array}\right.$

第二次反应 $\left\{\begin{array}{l}2FeO+Si \rightarrow 2Fe+SiO_2+66300\text{卡} \\ FeO+Mn \rightarrow Fe+MnO+26500\text{卡}\end{array}\right.$

形成熔渣的反应 $\left\{\begin{array}{l}MnO+SiO_2 \rightarrow MnO \cdot SiO_2+7700\text{卡} \\ FeO+SiO_2 \rightarrow FeO \cdot SiO_2+5900\text{卡}\end{array}\right.$

碱性平爐熔池中的鉄錳二矽酸鹽在有 CaO 时是不穩定的。爐料完全熔解瞬間的表征是在爐底上沒有固体金屬塊（可用小鈎探查的方法檢驗）和在熔池的个別地方沒有發泡現象。

一当爐料完全熔解，应該仔細攪拌熔池并取出第一个試样做 C、Mn、P、S、Ni、Cr 的化学分析。第一个試样应大致含 C 1%，含 Mn 0.35～0.45%。

在沸騰期間發生：1）鋼的最完全的脫氧并除去其中的硫和磷；2）使鋼的含碳量及其他元素的含量达到規定值；3）將鋼加热到能保証正常地进行澆鑄的温度。

为了有效的除去磷，金屬熔解后熔渣应該具有 1.4∶1.5 的碱性和 100～160 公厘的赫奇氏（Герть）流动性。这可以用在熔煉最后加入石灰和鋁矾土的方法达到。

第一次試样以后，加入重量为裝料金屬 2.5% 的塊狀鉄矿石（150公厘）。在第一次出渣結束时取出第二次試样做碳和錳的分析以后，当碳分很高时，还应加入 1.5% 的矿石。爐渣可用自流和使用耙子的方法除出到它的总量的 70% 为止。

去磷期間的主要反应为：$2P+5FeO \rightarrow P_2O_5+5Fe+35835$ 卡

$$P_2O_5+3FeO \rightarrow (FeO)_3 \cdot P_2O_5+52365\text{卡}$$

$$(FeO)_3P_2O_5+4CaO \rightarrow (CaO)_4 \cdot P_2O_5+3Fe-10831\text{卡}$$

去磷結束是最后的造渣时間，此时是进行純沸騰的阶段。然后分析 C、Mn 和 P 的第三次試件；磷的含量不应超过 0.01～0.012%。

在純沸騰时期，主要任务是尽可能地除去熔池中的一氧化鉄

和使碳量达到所需値。

純沸騰阶段是在正常的、稠度和成份已确定的熔渣下，由熔池泡沫所引起的沸騰。这个沸騰期的特征是急剧的生成引起气体(主要是一氧化碳)由金屬析出的渣泡。

在純沸騰时燒去0.25%的碳。在純沸騰期間，应每15～20分鐘取出試件以分析C、Mn、P。在加入某一种合金剂以后，应取出試样以确定各相应的元素。此外，主要为了确定氧化鉄，应將試件鍛成餅狀，当有氧化鉄时，在它的边緣上即形成龟裂和裂縫。

沸騰时应檢查爐渣的流动性，爐渣不应該是稠的或稀的。稠的爐渣应加入干燥的鋁矾土或粘土来改正，对稀的爐渣則应加入石灰或干燥的細粒的石灰石。

碳素鋼爐渣試样应：1) 在完全熔化期間；2) 在純沸騰的开始和結束时；3)出鋼时，与金屬試样同时取出

在熔煉合金鋼时，还要在加入鉻鉄之前取爐渣的試样。

当熔池的炭分接近于給定的下限时，即开始使金屬脫氧。

在最后的脫氧的期間爐內应該保持正压力(поаожцтеаьное давaенце)，它的特征是火焰容易从加料口盖下方探出。碳鋼用錳鉄和矽鉄脫氧，錳鉄以重5～10公斤的塊投入爐內，矽鉄則在出鋼时放入鋼水包(澆桶)內。脫氧的反应如下：

$$FeO + Mn \rightarrow Fe + MnO + 26500\text{卡}$$

$$2FeO + Si \rightarrow 2Fe + SiO_2 + 66300\text{卡}$$

加入脫氧剂时，应攪动熔池并取出最后的金屬与爐渣的試样以确定鋼的脫氧程度和它的温度。試样应完全鎮靜地澆出，小錠在冷却时不应發出火花(有一氧化碳的表征)，而經鍛过的鋼餅应該具有匀称的边緣，爐渣內的氧化鉄的成份不应超过7%。

出鋼約在加入脫氧剂后10分鐘开始。使煉成的鋼沿鍛燒过清潔的槽流入干燥的并經过預热的鋼水包內，在鋼水包內隨温度之不同而將它保持5～10分鐘。普通是在1550°温度下將金屬由鋼水包注入帶保温帽的鋼錠模，錠模預热到60°～100°

随鋼錠重量的不同可采用上注法或下注法。

随鋼錠重量和鋼的品号的不同，鋼錠在模內保持1.5～3小时，然后將模子打开。此时，鋼錠表面層的温度为650～700°。

50A号鋼的鋼錠放在干燥的地方在空气中冷却，0392号鋼的鋼錠則在坑內冷却到150°。

槍管鋼鋼錠的重量(以公斤計)在表9列出。

表 9

澆 鑄 方 法	50号槍管鋼	38XCA	0392
下 注 法	2800	2800	1500
上 注 法	2000	——	700/1500

在每一个鋼錠上应該記上熔煉的号数、鋼号和鋼錠的澆鑄順序号。

§8. 鋼錠的檢驗試驗

鋼錠全部冷却后由工厂的技术檢驗科檢驗員和軍代表驗收。鋼錠驗收包括外部檢查和檢驗試驗。每一个鋼錠应該个別的加以观察。作外部檢查时，下列的鋼錠报廢：

1）有距离头部100公厘以上的横向裂縫者；

2）在澆鑄鋼錠时以間断的金屬液流鑄成，未熔接部分的深度为5公厘以上者；

3）有"脹起"的鋼錠；

4）四个表面都不潔凈的鋼錠；

5）沒有收縮头的鋼錠。

为了进行檢驗試驗，要根据鋼錠的澆鑄方法来选擇鋼錠。当用下注法时从第一个和最后一个錠盤中各取一个鋼錠；如此时有二三个鋼錠是用上鑄法澆成的，则也应从其中取一鋼錠加以試驗。当用上鑄法时，从第三对和倒数第二对(按澆鑄的程序)鋼錠

中各取一个鋼錠加以試驗。槍管鋼錠应該經受的檢驗試驗在表10指示出。

表 10

檢驗的种类	鋼		号
	50 A 槍管鋼………	30XH2MΦ (0392)	38XCA
化学分析	作	作	作
机械試驗	作	作	作
按鍊鋼和鑄鋼的指标檢驗	作	作	作
按鋼坯的冷却速度进行檢驗	不作	作	作
粗型組織的研究:			
a)横向粗型侵蝕	不作	作	作
б)縱向粗型侵蝕	不作	作	作
в)巴烏曼 压印檢驗	作	不作	不作
墊圈破裂試驗	不作	作	作
非金屬夾杂物的檢驗	作	作	作
晶粒大小的檢驗	作	作	作
可淬硬性的檢驗	作	不作	不作

將选作試驗的鋼錠压成直徑 130 公厘的圓棒或断面为 100×120 公厘的長方形棒。

在切断压展后的棒时,应从其上切出作檢查試驗的样品和"立方塊",例如由重量 700 公斤的鋼錠(压成 Φ130 公厘的圓棒)切下三个样品和一个立方体。

从鋼錠的头部一方除去一定的金屬部分,然后切下样品如圖12所示。立方体直接在第二个样品之后切下。

由重量为 1500～2000 公斤及更重的軋成 100×120 公厘方棒

的鋼錠切下四件样品和一个立方体(圖 13)❶。立方体直接在第三个样品后切下。

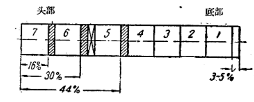


圖 12 从圆棒上取检驗样品

头部 底部

7 6 5 4 3 2 1

16% 20-25% 29-39% 40-44% 3-5%

圖 13 由方棒取检驗样品

样品的厚为 40±5 公厘，而立方体的高度为 200±10 公厘。在样品上应打上鋼錠号数和相当于切边百分数的数字(A—16，A—25 等)。冷却后將样品送实驗室进行試驗。

§ 9. 化学成分的检驗

用化学分析的方法确定鋼內各种元素的含量，以判別鋼的成分是否符合槍管鋼的标准。

取第二样品的切屑作为化学分析的試样。

如果鋼通过了机械試驗和其他的各种試驗，則允許它的成分与标准有如下偏差：炭±0.02%，錳±0.05%，矽±0.08%，鎳合金鋼的鎳±0.1%，鉻合金鋼內的鉻±0.1%，炭鋼內的鉻±0.05%，鎢±0.03%，硫+0.005%，磷+0.005%。

❶ 鋼錠的第五、六塊算作第二类鋼。

§ 10. 机械試驗

机械試驗用的試样由立方体切下，并在阿姆斯勒（Амслера）試驗机或加加林(Гагарина)压力机上作拉伸試驗。

試样的形狀如圖 14 所示，尺寸則在表 11 列出

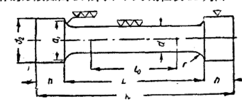


圖 14 拉伸試驗用的試样

表 11

試样号数 №	$\frac{l_0}{d}$	尺寸以公厘計（見圖 14）								
		d	d_1	d_2	h	l_0	l	L	r	尺寸的許可偏差 a
1	5	10	14	20	16	50	80	112	4	±0.03
2	10	10	14	20	16	100	130	162	4	±0.03
3	5	11.29	14	20	16	50	80	112	4	±0.03
4	5	20	24	30	25	100	160	210	5	±0.05
5	10	20	24	30	25	200	260	310	5	±0.05
6	5	8	11	16	12	40	64	88	—	—
7	10	8	11	16	12	80	104	128	3	±0.03
8	5	6	8	12	7	30	36	50	1	±0.03
9	5	5	7	11	7	25	30	44	1	±0.02
10	5	3	4	5	4	15	18	26	0.5	±0.02

試件磨到所需的尺寸，并以 0.02 公厘以下的精度按二互相垂直的方向在三个断面上(中央和二端)加以測量。試件沿長度的直徑变化許可在它的制造公差的半数范圍內。按所得尺寸中的最小值，以 0.5% 以下的精度計算試样橫断面的原始面积。

在不断地并且均匀地加大的載荷下，在試驗机上拉伸时确定出屈伏点。在拉伸时，应記下槓桿显著下降的时刻（在槓桿式試驗机上），或测力器指針的停止（也可能是下降）。所定出的点作为相当于屈伏点 σ_s 的載荷 P_s。

当拉伸圖解的比例尺足够时，即当縱座标的1公厘不大于試样应力1公斤/平方公厘时，力 P_s 也可以直接在拉伸圖上确定出。

〔备註〕規定1，2，3和4号試样；作为鋼的标准試样5号試样也与标准試样一样。当限于坏料的尺寸不可能制造所示的試样时，可以应用按比例縮小的5和7号試样，只在特殊的情形中方可用8，9，10号試样进行試驗，同时，在这些情形中应在記录上註明試样的尺寸并指明試驗所用的机器。

屈伏点由下一公式計算出，并化整到0.5公斤/平方公厘。

$$\sigma_s=\frac{P_s}{F_0}\text{公斤/平方公厘}$$

为了确定最后破裂强度，將試样裝上試驗机，并不断的增加載荷直到試样破坏；此时，取最大的載荷为 P_b。最后破裂强度按下式計算并化到0.5公斤/平方公厘。

$$\sigma_b=\frac{P_b}{F_0}\text{公斤/平方公厘}$$

伸長率 δ 按下式确定，并化整到0.5%

$$\delta=\frac{l_1-l_0}{l_0}\cdot 100\%,$$

式中 l_1——破坏后的長度，以公厘計；

l_0——原始長度以公厘計。

为了确定試样破坏后的長度 l_1，应將它的兩部分尽可能紧密地接起，并以0.1公厘以內的精度测量。

断面收縮率 ψ 按下式計算，并化整到0.5%

$$\psi=\frac{F_0-F_1}{F_0}\cdot 100\%,$$

式中 F_1——試样在破坏处的横断面面积。

为了确定 F_1，应將試样的兩部分尽可能紧密的接起，并以

0.05公厘以下的精度从两个相互垂直的方向沿直徑測量；根据直徑的两个最小値确定 F_1 的平均数。

冲击韌性的檢驗試驗是在夏培、阿姆司勒摆式冲击机或其他机器上进行，这些机器用来將試样作为自由支承在二支点上的梁进行弯曲試驗；此时应用美氏(Менаже)或夏氏(Шарпи)型的試样，試样的尺寸示于表12(CTHB-74)。

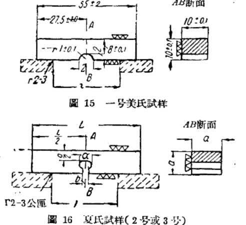


圖 15　一号美氏試样

圖 16　夏氏試样(2号或3号)

除去端面以外，試样的表面应該磨过。試样切口外的断面应以不低于0.05公厘的精度測量之。如果切口处的断面尺寸在規定的公差范圍以內，則試样即認为是合格的，并將它的名义値当作面积。

按以下公式計算出并化整到0.1公斤/公分² 所得出的冲击値 a_k 即表示試驗时的特性。

$$a_k = \frac{A_k}{F}\text{公斤公尺/公分}^2。$$

試样破断后化整到0.1公斤公尺的冲击功 A_k 由直接以公斤为刻度的标度尺确定，或按摆的張角(以度計)由下式确定：

試样号数	試 样 名 称	切口处断面面积的名义尺寸以平方公分計	尺　寸　以	
№	及 略 号		a	L
1	Менаже 美(M)氏	0.8		
2	夏　氏 Шарпи (Ш-10)	0.5	$10^{\pm0.1}$	$55^{\pm2}$
3	夏　氏 Шарпи (Ш-15)	0.12	$15^{\pm0.2}$	$90^{\pm2}$

$$A_k = pl(\cos\beta - \cos\alpha)。$$

式中　p——摆的重量，以公斤計。

l——摆的長度，以公尺計。

α 和 β——在試样破坏前后摆的相应的升角。

§ 11. 鋼的熔煉和澆鑄条件的檢驗

在这种情形中，檢驗溶煉記录簿中关于出鋼和鑄鋼的記录。此时下面几种鋼錠报廢：1） 經过鋼水包口鑄成的；2） 用上鑄法澆鑄时塞棒未封閉使保温帽內襯被冲下的情况下鑄成的；3） 由間斷的鋼水鑄成的；4） 用下注法澆鑄到收縮头为止再用上注法鑄滿收縮头的；5） 如果用上注法或下注法鑄鋼时金屬与渣一起流出；6） 当自熔爐二次放入金屬于同一鋼水包而未預先除去渣液者；7） 將金屬放入不清潔的鋼水包时。

§ 12. 按冷却速度檢驗鋼錠和初軋鋼坯

当 0392 和 38XCA 鋼的鋼錠和初軋鋼坯冷却时应画出冷却曲綫，將此曲綫与檢驗書，一起送交熔煉檢驗。采取这样程序是因为这些牌号的鋼很容易生成晶体間的裂縫和白点。所以应該在 450～150° 的温度范圍內使它們很慢地冷却，特別是大的鋼錠。

表 12

公　厘　計　(見　圖 15 和 16)				試驗时冲击机支点間的距离以公厘計
$\frac{L}{2}$	$\frac{a}{2}$	d	b	
圖　15				$40^{\pm 0.5}$
$27.5^{\pm 1}$	$5^{\pm 0.1}$	$1.5^{\pm 0.1}$	$0.7^{\pm 0.2}$	$40^{\pm 0.5}$
$45^{\pm 1}$	$7.5^{\pm 0.2}$	$2^{\pm 0.05}$	$1^{\pm 0.2}$	$60^{\pm 0.5}$

鋼錠的冷却速度不应超过每小时 15°。

§ 13. 粗型組織研究(СТНВ-75)

粗型組織用侵蝕法进行研究。

横深粗侵蝕的目的是找出多孔性、皮下气泡、外心偏析、裂縫和金屬的其他各种缺陷。横深粗侵蝕的方法能够最完全地暴露金屬的全部缺陷。

侵蝕可以应用：1) Кешиен 試剂；2) 鹽酸的水溶液(50%)；3) "38-12-50"試剂；4) 硫酸的水溶液(20～30%)；5) 过硫酸銨；6) 苦味酸的水溶液；7) Гейн(格因)試剂；8) Обергоффер(阿別果菲尔)試剂；9) Бауман 巴烏曼試剂。

为了作深粗型侵蝕，多半应用 Кешиен 試剂和鹽酸的水溶液(50%)。

Кешиен 試剂包括 65 分比重为 1.19 的工業濃縮鹽酸；10 分比重为 1.84 的工業用濃縮硫酸和 25 分水。

用 Кешиен 試剂可以發現化学上的和結晶的不均匀性、各个物理上的缺陷(隙縫、泡沫、气泡、多孔、杂物)，树枝狀結構和鋼的粗型組織。

用 Кешиен 試剂作浸蝕时，要以粗磨的方法(用一号金剛砂)准备粗型試片，随后用汽油或酒精去脂。在預热到 60°～70°C 的溶液中进行浸蝕；这个温度在整个浸蝕的时間內都要保持。試样在放入槽內以前，最好在热水或砂槽內加热到 60°～70°C。

浸蝕的延續时間随鋼的品号而定，普通为 15～60 分(上限用于高合金鋼)。

浸蝕以后，应將試样在水中仔細洗淸，幷用鹽或鉀碱將剩余的酸中和。

鹽酸的水溶液包含 50 分工業用濃縮鹽酸和 50 分水。

試样的浸蝕准备工作和应用 Кешиен 試剂时相同。浸蝕用的溶液应預热到 70°，幷要在整个浸蝕期都要保持这一温度。試样也应該預热到 60～70°。

浸蝕的延續时間随鋼号而定：

低碳鋼(C 在 0.2% 以下)………15 分。

中碳鋼(C 在 0.25%～0.4%)或低合金鋼(25H，25H3，25CГ，15X，35X)………30分。

中碳鋼和高碳鋼(0.4～1.0% C)和中合金鋼。(12XH2A，30XH3，OXMФ，OXCM，OXM)………45分。

高合金鋼(OXH，3M，OX2HM，OXИ4M，PФ1)………60分。

試片在浸蝕之后便应用热水仔細地洗淨，幷抹上鹽或鉀碱以中和酸的痕跡。

粗型組織的性能根据特种的标度得出，这种标度的制定可适用于每一个別情形中所研究的各种制件；这标度应以标准的形式固定起来。此外，浸蝕結果的性能可根据所附帶的显微照像来給出(在显微相片上必須指出放大倍数和試剂)，或者是詳細的說明粗型組織，指出它的主要特点。

1) 有無树枝狀結晶結構，以及有否纖維或顆粒結構。

2) 树枝狀結晶的尺寸和方位或纖維的方向。

3) 晶粒結構的个別区域的伸長。

4) 偏析帶的特性和發展程度(个別的註明軸外偏析和点偏

析中的特点)。

5) 有否白点、裂缝、晶間裂縫和其它各种破坏紧密組織的缺陷。

6) 有否肉眼看見的夾杂物(非金屬的和金屬的)。

§ 14. 巴烏曼印痕檢驗

按巴烏曼印痕可以确定硫沿着被研究物体的断面的分佈特性，以及在压延时鋼錠头部应除掉的百分数。

試样表面的准备工作包括用沙紙將它粗磨。为了取得印痕，將所需尺寸的溴化銀的照相紙放在5%的硫酸水溶液中浸5～10分鐘。然后將感光紙輕輕压上兩張吸水紙，并小心地將它放在預先用酒精或汽油洗淨的(为了去脂)試样表面上，用橡皮棒滾压或用棉花拭擦將試样压紧到紙上以完全排除空气泡。照相紙应在試样上保持3～5分鐘。

当硫酸作用于金屬的亞硫杂質时，即析出硫化氫:

$$MnS + H_2SO_4 = MnSO_4 + H_2S。$$

硫化氫与感光紙的溴化銀鹽相互作用即生成硫化銀(暗黑色)。

$$2AgBr + H_2S = Ag_2S + 2HBr。$$

感光紙上所得的斑点即表示存有亞硫的杂質。

用清水將从样品折下的紙片冲洗，在10%的連二亞硫酸塊水溶液中浸10～15分鐘，然后晾干。

由鋼錠头部除去部分的重量百分数通常为30～40%，而底部重量为3～5%。

如果在檢驗鋼錠試驗时發現按偏析情況它們应該全部报廢(收縮头部分的排除量大于40%)，則在重試这爐鋼时应該取双倍数量的鋼錠。如果再作試驗的鋼錠也要报廢，則整个这一爐鋼应作其它的用途。

§ 15. 垫圈折断檢驗

用折断垫圈的方法来發現金屬的層理、白点、非金屬夾杂和髒污度。

檢驗的內容是將浸蝕后的試样切凹口，使断口的尺寸为 18～25 公厘。然后將切下的試样在 20～25° 的水中冷却淬火（对于自行硬化的材料为 60～80°），并用錘打断。

如在断口有氧化帶、裂縫、白点和明显的層理时，即应据此將鋼报廢。

§ 16. 縱向的粗型浸蝕

縱向粗型浸蝕是横向粗型浸蝕和垫圈折断的补充試驗；在作横向粗型浸蝕或折断垫圈时所得出的結果有疑問时使用此法。作縱向的粗型浸蝕时，可發現多孔、裂縫、白点、暗色的偏析帶和非金屬夾杂物。

§ 17. 非金屬夾杂物檢驗

檢驗的目的是發現金屬中有否氧气物（Al_2O_3，Fe），MnO，$FeSiO_2$，$MnSiO_2$）和硫化物（FeS和MnS）。在苏联工業部門的工厂中，这种檢驗是附加的，并不作为金屬質量的主要檢驗法。

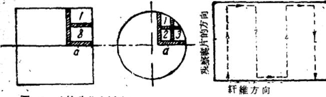


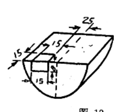
圖 17 为檢驗非金屬夾杂物而切取試塊

圖 18 磨片檢查程序

应用最普遍的是下面兩种檢驗方法：1） *SKF*——电爐鋼；2） 斯維特冶金协会（Шведского Общества）的标準。第一种方法比較簡單，但準確度較差，第二种方法比較準确，但不方便。

SKF 方法的要点如下：从制备机械試驗用試样的"立方体"上切下尺寸为 15×15 及 20×20 公厘的試塊(圖 17)。將 a 平面研磨，打上鋼錠的字母、熔煉的号数，幷指出切边的百分数。然后將磨片油冷淬火，幷在放大 100 倍的显微鏡下察看未經浸蝕的形狀。为了察看將磨片安裝在显微鏡的小台上使被观察表面严格地垂直于物鏡——目鏡筒的軸綫。磨片的受观察面可以想像的分成若干区域幷进行观察，如圖 18 所示。所看到的面的大小应該相应于分級的标准相片的視野(直徑等于 0.8 公厘)。級数系按着在整个磨片上所找到最大的夹杂物来确定的。

当級数的結果不良时，应該作試样中非金屬夾杂物的附加檢驗(圖 19)，这种試样是由送交作熔煉檢驗的二个鋼錠上所取下的。



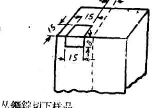


圖 19 从鋼錠切下样品

必須注意，确定級数用的分級系对于压縮程度（鍛造变形率）在 3～6 范圍內的鋼所拟出；对于变形程度大的，这种分級不适用。

§ 18. 晶粒大小的檢驗

其目的为确定鋼的奧氏体晶粒的尺寸。

为了确定顆粒的尺寸，奧氏体晶粒的边界用特种試件滲炭的方法發現出来。

尺寸为 10×10×20 公厘的試样（一般用是兩个）从立方体上切下。試件的表面应該沒有鱗片和任何髒污。为此，滲炭前应該

用粗砂紙將試样表面磨过。然后，將試样放到由 60 分樺木炭和 40 分炭化鋇所組成的滲炭剂的鉄箱內。試样安放在箱內时其間隔不得小于 30 公厘。然后將箱密閉，并用粘土塗封以后烤干。

滲炭在 925°～940°C 的溫度下进行。为此，应將箱放入馬弗电爐并以每小时 200～250°C 的速度加热到上述的溫度，試样在这种溫度下保持 8 小时，与爐子一起冷却到 600°C（冷却的延續时間約为 10 小时），然后在空气中冷却。

在滲炭以后將試样的一个平面磨去 2 到 3 公厘深的表面層，并在这一面上制出磨片。

用这种方法制成的試样应在沸騰的苦味酸鈉的溶液內浸蝕45分鐘。这种溶液是由 100 公分³的 20% 苛性鈉水溶液和 2 克苦味酸合成。溶液的溫度为 90° 到 100°C。

晶粒的大小在 100 倍的金相显微鏡上确定。晶粒尺寸的特性用比較的方法或直接测量的方法按 *ASTM* 八級分級确定（圖 20）之。

§ 19. 可碎硬性檢驗

这种檢驗方法用于 50A 号槍管鋼。

檢驗的方法先由立方体上切取美氏型的試样，將此試样在鉛槽內加热以避免脫炭，加热到 830～850°C，在此溫度下保持 4～5 分鐘，然后在油內冷却，再后在洛氏試驗机上在四个点上确定其硬度，如圖 21 所示。如果仪器在点 3 和 4 上的示数小于 RC=42 时，則还应在与点 3 和 4 并列的二点上进行檢驗。当結果不良时，应將試样重新淬火，因为示数不够可能由于热处理不正确而造成。

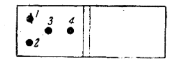


圖 21 测定硬度的位置

第四章　槍管毛坯的制造

§ 20. 鋼錠的压軋和压延

在检驗試驗以后，这一爐的全部鋼錠都应加以压延。鋼錠在初軋机或750軋鋼机（軋輥直徑为750公厘）上压軋。重量为1500公斤及更重的鋼錠在初軋机上压軋，在軋鋼机上則軋重量为750公斤的鋼錠和鋼錠經初軋机压軋后所得的初軋鋼坯。鋼錠在連續式加热爐內加热。表13示压軋的加热規范，而表14則指出了在初軋机上压軋时鋼錠为了加热而在爐內停留的平均时間。

对于750軋鋼机，鋼錠或初軋鋼坯的总加热延續时間縮短到4.5小时。为了在初軋机上將重量为2000公斤的鋼錠压軋到100²公厘的尺寸，規定在翻复8次之下軋21道。在750軋鋼机上压軋

表 13

阶　段	50A 槍管鋼		0392鋼	38XCA 鋼
	初軋机	750 軋鋼机	初軋机	初軋机
裝爐	700°C	700°C	600°C	600°C
出爐	1100～1180°C	1100～1180°C	1140～1180°C	1100～1150°C
压軋終了	870°C	800°C	900°C	900°C

表 14

阶　段	时間以时計		
	50A 槍管鋼	0392	38XCA
850°以前	4	5.5	4
出鋼溫度以前	3	3.3	3
出鋼溫度下的延續时間	1	1.2	1
总时間	8	10	8

到尺寸◇130±3 公厘时，要翻复 6 次軋 13 道。

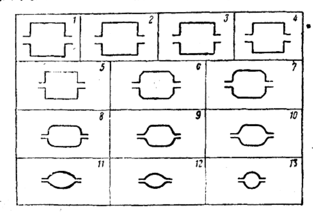


圖 22 在 750 軋鋼机上压延时，鋼錠尺寸和形狀的改变

圖22上表示在 750 軋鋼机上压延时鋼錠尺寸和形狀的改变情形。此时尺寸的改变情形如下：第一道 258×310 公厘；第二道 218×310 公厘；翻轉。第三道 258×310 公厘；第四道 218×310 公厘；翻轉。第五道 222×228 公厘；第六道 181×228 公厘；翻轉。第七道 191×190 公厘；第八道 161×190 公厘；翻轉。第九道 159×168公厘；第十道 133×168 公厘；翻轉。第十一道 135×138 公厘；第十二道 120×166 公厘；翻轉。第十三道 128×131 公厘。

此时所得到的鋼条長 6.6 公尺，压过 13 道后压縮率大約 80%。

經初軋机或 750 軋鋼机上压軋后所得到的鋼条应分切成段，如圖 12 和 13 所示（此时不取样品）。各段鋼料的用途如下：第一、二、三、四段鋼直接用来压延槍管坯料，第五、六段作为商品鋼，而第七塊为廢品应再加熔煉。用以压延槍管毛坯的各段平均重量为 75～100 公斤，各段的長度为一公尺。

当自鋼錠的收縮头部分的一边除去的材料超过重量的 30%

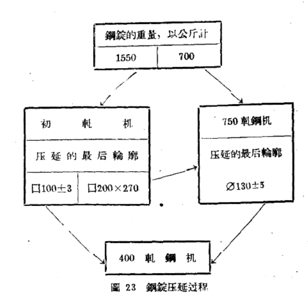


圖 23 鋼錠压延过程

时，第四段也应用作較次要的零件。普通，压軋后鋼錠头部除掉的百分数約为重量的 30%，而底部則約为 3～5%。在每一段上应打上从鋼錠的底部一边起始的順序号、熔煉号、鋼号和工作組的印記。

用 50A 槍管鋼压成的鋼条列成堆地在空气中冷却，0392 和 38XCA 号鋼則在坑內冷却。对于 0392 号鋼，將坑預热到 250°；所裝金屬的温度不应低于 750°。先以每小时 35° 的速度冷却到 400°然后再以每小时 10° 的速度冷却到 150°。

对于 38XCA鋼应將坑烤干；所裝的金屬的溫度不应低于500°先以每小时 35° 以內的速度冷却到 400°，然后以每小时 10° 到 15° 以內的速度冷却到 150° 这些牌号的鋼的这种冷却規范是由于它們对結晶間裂縫和白点有很大的敏感性。

冷却以后，应該用風鑿清理用作軋制槍管毛坯的各段鋼錠的表面，同时除去所有的外部缺陷（淺縫、結疤、摺疊、气泡等），

然后再作檢查。槍管毛坯的下步的压延在 400 軋鋼机上（軋輥直徑 400 公厘）进行。

各种不同的槍管毛坯的压延是有些不同的，这主要是在最后尺寸方面，例如，对于 1891/1930 年式的步槍最后尺寸为 $24\pm^{0.5}$ БС—12.7 公厘为 $48\pm^{0.8}$；14.5 公厘 ПТР 为 $48\pm^{0.8}$ 等。

为了軋制，应在連續式加热爐內將坯料加热。軋制的开始温度为 1100～1150°，最終温度約为 900°。加热的延續时間約为 2 小时。

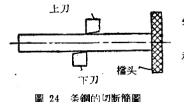


圖 24 条鋼的切断簡圖

冷却后应檢查軋成的鋼条，然后送往鍛造車間。

鋼錠压成槍管毛坯鋼条的程序如圖23所示。

§ 21. 槍管毛坯的鍛造

条鋼在檢查后和鍛造前应在压床上切成段（圖24）。各段的長度对于各种型式的武器是不同的，例如，对于 1891/1930 年式步槍槍管的坯料長为 960^{+15}，БС为 1525^{+50}，14.5 公厘 ПТР 为 1525^{+50} 等。

不久以前，坯料是在冲击力为 250～500 公斤的專門蒸汽錘上鍛造的。例如，重量約为 10.5 公斤，尺寸为 51×51×514 用作馬克沁机槍的兩个槍管的毛坯的鍛造包括以下各工序：

1. 將毛坯加热到 1120°C（在燃燒石油的特种縫式加热爐內）。
2. 將毛坯煅成圓形。
3. 鍛兩槍管的尾部。
4. 將一根槍管加热。
5. 引仲槍口部分。
6. 將一根槍管加热。
7. 將一根槍管的槍口部分作最后加工幷截掉多余的金屬。
8. 打熔煉号。

在鍛第二个槍管槍口部分时，以上工序重复进行。兩根槍管經五次加热鍛成。

1891/1930 年式步槍槍管的鍛造工艺过程在圖 25 上示出。

近来，鍛造是在 Аякс 和 Соотас（鍛步槍槍管等）和 Эймуко

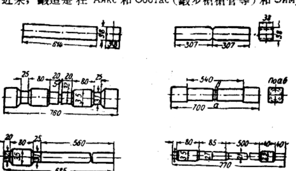


圖 25　1891/1930 年式步槍槍管的鍛造工艺过程的工序卡片

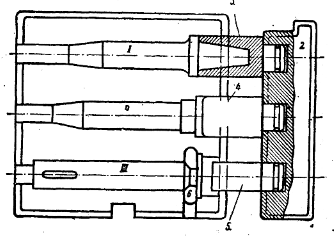


圖 26　頂鍛馬克沁机槍槍管用的三模膛冲模

（鍛ПТР 和 БС 槍管）特种臥式鍛造机上頂鍛毛坯的一端或兩端（隨槍管毛坯的形狀而定）。

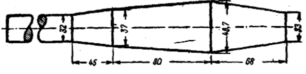


圖 27　在第一模膛內頂鍛后的ПМ槍管毛坯

为了頂鍛毛坯的端部，在瓦斯爐內 加热到 1150～到 1200°C（对于 50A 槍管鋼，上限不应超过 1180°C）并在此溫度下 保 持20分鐘。被加热的毛坯一般是在三模膛的冲模中进行頂鍛的（圖26）。在第一模膛进行頂端的預鍛（圖27）第二模膛为精鍛，在这一模膛中使毛坯取得所需的形狀和最終尺寸（圖28），在第三模膛中，切去頂鍛时所形成的毛刺。

1891/1930 年式步 槍槍管的尾部在四模膛冲模中进行頂鍛。頂鍛完了时的溫度不应低于 950°C。

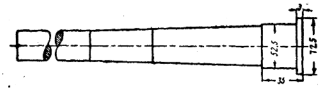


圖 28　在第二模膛中頂鍛后的 ПМ 槍管的毛坯

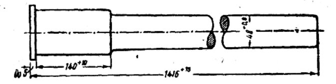


圖 29　ПТР14.5 公厘槍管的毛坯

頂鍛冲模包括（圖26）模子 1，冲头架 2，第一工序用的冲头 3，第二工序用的冲头 4，第三工序用的冲头 5 和切刀 6。在

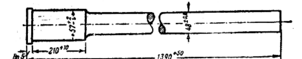


圖 30　12.7 公厘 БС 机槍的槍管毛坯

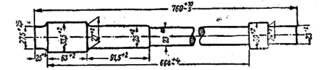


圖 31　1891/1930 年式步槍槍管的毛坯

頂鍛时，模子的活动半边將毛坯加压阻止它移动但是冲头則移动而使被加热的金屬变形，使毛坯得到所要求的变形。第三工序的冲头將毛坯推向切刀，切去在精鍛模內所形成的毛刺。

尾端經頂鍛后的一些槍管毛坯在圖 29、30 和 31 上画出。

这种形成槍管毛坯的方法能使金屬节約很多，并在槍管承受火藥气体最大压力的部分上造成金屬纖維最良好的分佈。

圓柱形槍管的毛坯，例如 ДП 是不鍛的，它是直接在小型的 400 軋鋼机上直接压延而成（圖 32）。

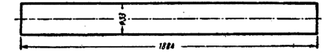


圖 32　ДП 輕机槍三根槍管的毛坯

§ 22.　槍管毛坯的热处理

50A 号鋼槍管毛坯的热处理包括退火或正常化和回火（可能沒有回火），而由特殊鋼（0392 和 38XCA）制成的毛坯，則包括正常化、淬火和回火。

退火的作用是消除毛坯在頂鍛或鍛造时所發生的內应力，改善鋼的組織以准备作进一步的热处理和降低硬度，从而改进它在

深鑽和外部粗車时的加工性能。

为了退火应將毛坯加热到（对炭鋼）Ac_1 和 Ac_3 点間的温度，然后緩慢的冷却。

正常化和退火的用途一样，是加热到 Ac_3 点以上的温度，然后在空气中冷却。

槍管毛坯要在下述情况下作正常化处理，即在頂鍛或鍛造时有了过热，因而金屬的組織变成粗晶粒时。正常化之后，在檢驗槍管作硬度試驗时毛坯的硬度如高于 $H_B=180$ 时（压印的直徑小于4.45公厘），则这一批槍管应該进行回火，方法是將鋼加热到不超过 Ac_1 点的温度，然后冷却。

当1891/1930年式步槍槍管（槍管鋼牌号为50A）热处理时，退火、正常化和回火的規范，以及所使用的爐子列在表15內。

用炭鋼作成的槍管要在深鑽和第一次鉸孔以后淬火和回火，这是因为炭素鋼的可淬硬性不足。由特殊鋼制成的槍管毛坯因为可淬硬性良好，所以在机械加工前作最后热处理。这种毛坯的热处理包括正常化、淬火和回火。ПТР槍管（38ХСА鋼）和БС槍管（0392鋼）的热处理規范和所应用的爐子均在表16內列出。

§ 23. 退火后的槍管檢驗試驗 [1]

經过預先热处理的（退火或正常化、或正常化和回火）槍管毛坯应进行試驗，以确定它們的硬度、机械性能和显微結構。

硬度試驗，选擇3%的毛坯在布氏压力計上进行，圓球直徑10公厘，載荷3000公斤，延續时間15秒。它們的硬度应該是 $H_B=150\sim180$，这相当于压痕直徑4.45～4.85公厘。

机械試驗，应在交来的一批內抽出3%的毛坯（但不应少于二件）来进行。从作試驗的每一个毛坯上由槍尾部和槍口部切下二个試样（圖33、34和35）。

[1] 經最后热处理的槍管的檢驗試驗將在以后研究。

表 15

热处理	爐子	装入爐内的毛坯数量	溫度以℃計		延續时間		冷却
			裝爐时爐溫	金屬加热	加热	在規定溫度下維持时間	
正常化	球形爐底的煤气爐	120～140	830	$820^{\pm 20}$	2小时15分±15分	15分	空气中
	伸縮的木柴爐	$1000^{\pm 100}$	830	$820^{\pm 20}$	$9^{\pm 1}$ 小时	1小时	
	伸縮式煤气爐	$1000^{\pm 100}$	830	$820^{\pm 20}$	$5^{\pm 1}$ 小时	1小时	
	格魯莫夫斯基式爐	$200^{\pm 20}$	730～830	$820^{\pm 20}$	1小时15分±15	15分	
	护板式爐	$100^{\pm 10}$	730～830	$820^{\pm 20}$	1小时15分±15	15分	
	灶式煤气爐	$10^{\pm 100}$	730～830	$820^{\pm 20}$	2小时15分±15	15分	
回火	灶式煤气爐	$180^{\pm 20}$	560～660	$650^{\pm 10}$	3小时45分±15	30分	
	格魯莫斯基式爐	$600^{\pm 50}$	560～660	$650^{\pm 10}$	5 $^{\pm 1}$ 小时	30分	
	护板式爐	$290^{\pm 30}$	560～660	$650^{\pm 10}$	5 $^{\pm 1}$ 小时	30分	
	伸縮式木柴爐	$1000^{\pm 100}$	不超过660	$650^{\pm 10}$	9 $^{\pm 1}$ 小时	1小时	
退火	灶式煤气爐	$180^{\pm 20}$	不超过750	$740^{\pm 10}$	3小时45分±15	30分	和爐子一起到650℃
	伸縮式煤气爐	$1000^{\pm 100}$	不超过750	$740^{\pm 10}$	5 $^{\pm 1}$ 小时	1小时	
	伸縮式木柴爐	$1000^{\pm 10}$	不超过750	$740^{\pm 10}$	9 $^{\pm 1}$ 小时	1小时	

表 16

热处理	爐子	裝入爐內的毛坯数量	溫度以°C計		延續时間		冷却	
			裝爐时爐溫	金屬加热	升溫时間	在規定溫度下維持时間	介質	溫度 °C
	ПТР 槍管							
正常化	伸縮式煤气爐	80～100	850～900	900～920	$7\pm^{1}$小时	1小时	空气	
淬火	格魯莫夫斯基式爐	18	930～940	$930\pm^{10}$	1小时10分	20分	水	30～70
回火[1]	格魯莫夫斯基式爐	60	640	640～650	—	2小时	浸入水中	
	Б С 槍管							
正常化	格魯莫夫斯基式爐	60～70	790～890	$880\pm^{10}$	2小时15分$\pm^{15}$	30分	空气	
	伸縮式煤气爐	$165\pm^{15}$	—	$880\pm^{10}$	$7\pm^{1}$小时	1小时	空气	
淬火[2]	护板式爐	36	870～890	$880\pm^{10}$	1小时15分	15分	油	30～80
	护板式爐	35～45	560～660	$650\pm^{10}$	3小时30分$\pm^{30}$	30分	空气	
回火[3]	格魯莫夫斯基式爐	$100\pm^{10}$	560～650	$650\pm^{10}$	3小时30分$\pm^{30}$	30分	空气	

1. 在規定溫度下持續加热后，测定布氏硬度，根据硬度可增長延續时間。

2. 对于淬火加热可沿傾斜爐条，每隔 15 分鐘将 6 件在后爐口裝爐，并每隔 15分鐘通过前爐口放出 6 件。

3. 对于回火加热可将毛坯分成二列裝爐，上層毛坯堆的有一定間隔。根据試样硬度試驗的結果，加热的延續时間可以增加，在特殊情况下回火溫度可以提高到 670° 或降低到 600°。

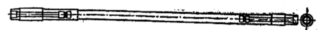


圖 33 由 1891/1930 年式步槍槍管毛坯切取試样

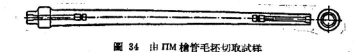


圖 34 由 ПМ 槍管毛坯切取試样

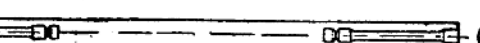


圖 35 由 ДП 槍管毛坯切取試样

机械試驗（与以前所述的相似地进行）的結果应該与表 5 內的数据相符合。

試杆断口的特征，按砲兵断口等級确定（圖 36）。

显微分析可以确定鋼含非金屬夾杂物的髒污度，还可以确定預先热处理进行的正确性。

显微研究用磨片来作，磨片是从用作破裂試驗的試样头部切下的。

如果一批毛坯的檢驗試驗所給出的結果不良，則应取双倍的毛坯来重作試驗。根据复試的結果可作再次的热处理，这种热处理可包括回火、退火或正常化。

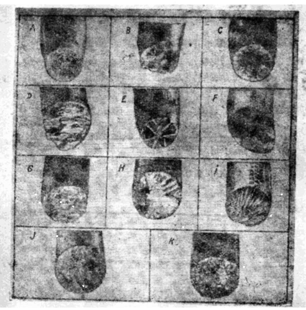


圖 36　断口的等級

A—碗狀暗灰色纖維断口。*B*—碗狀暗灰色纖維断口，但碗狀的週边有部分被破坏。*C*—断口的圓周为光亮的微晶粒，而中心为暗灰色纖維。*D*—断口凸部为暗灰色層狀，也叫做薄片狀。*E*—內部有星形突起的暗灰色纖維断口(有时呈碗狀)。*F*—暗灰色斜断口。*G*—气泡狀断口。*H*—帶有麦稈形縱向夾渣的麦稈形断口。*I*—細晶粒暗断口。*J*—中等晶粒光亮的断口（比*I*的大）。*K*—大晶粒光亮的小雪，堆狀的断口。

第二篇　槍管的机械加工

§ 24.　槍管机械加工概論

槍管机械加工包括槍膛加工和它的外表面加工。槍膛加工是工艺过程中最具特征性和最專門化的工序。这些工序同时也是最繁重的，需要予以特別注意和配备高度熟練的工人。槍膛加工工序是工艺过程的基础，它往往决定了整个生产的周期。这些工序的加工方法、設备、刀具和夾具对于各种不同槍管来說基本上都是相同的；制造槍管时，它們总的配置程序也大致是相同的。

槍膛的加工一般是在槍管外部加工之前，因为槍膛是其它几个部位加工的主要基准，如能最先將它制成，能够大大的減少廢品产生的或然率，这种或然率主要是由于深孔鑽削工序的特点所造成的。

槍膛的工艺过程包括膛綫部分的加工和彈膛部分的加工。

組成上述工艺过程的各單个工序，不可能有一严格的能够适用于所有型式槍械的順序。但是，一般形成彈膛的最后工序永远是在槍膛的膛綫部分作最后精飾完成的。也就是說只有在这样的条件下，才有可能利用膛綫部分用作基准使彈膛的軸綫和膛綫部分的軸綫精确的重合。

槍膛的制造过程可分成三个基本阶段：1）用鑽和鉸的方法在槍管内形成光滑的槍膛；2）在槍膛表面上形成膛綫；3）形成彈膛。

以上所說的每一个阶段中都包括若干个工序，这些工序都随它的特点之不同而对基本工序帶有准备或終結的性質。准备和終結工序和完成基本工序的方法紧密的联系着。在研究第二个阶段时这种关系尤其明显，因为形成膛綫的方法不同，工序的数量和性質也随之而不同（圖 37）。

槍管的外部加工方法很多，这是因为槍管的外形各不相同，

而且个别的槍則更为特殊。但对于一般槍管，外部加工工艺过程通常的阶段是：1）車外圓；2）槍管尾端面的加工；3）槍口面加工；4）与机匣連接部位的加工；5）几个螺紋部位的加工。

这些工艺阶段与槍膛加工时相同，在許多情况下都包括若干基本工序和准备工序，其准备工序在車外圓时是特别明显的，因照例，在車外圓前要先車出中心架用的頸部。

車外圓的工序永远都早于各外部部位的加工，且在大多数的情形中与槍膛加工中的个别工序交替进行。

槍管尾端面的加工也包括若干工序，且永远与彈膛加工及槍管与机匣連接部位的加工相配合。槍管与机匣連接部位的加工工序应在槍管外部加工和尾端面的加工以后。槍口面的加工工序普通是在槍管外部加工的工艺过程的最后。

在研究槍管机械加工工艺过程的同时，应該指出佔有特殊地位的許多工序。其中必須包括"修整"工序組和輔助工序組。

帶有修飾性和校正性的工序叫做修整工序。除去按陰影校正槍管以外，并不是所有的槍管都要經过这些工序，而是在槍管完成了主要工序但帶有可修正的缺陷，这时按照需要的程度来决定。在槍膛加工时修整工序是应用得最广泛的。

在輔助工序組內主要包括槍管的清理和潤滑，这些工序是遍佈在整个工艺过程中的。

第五章 槍管的深孔鑽削

§25. 鑽深孔前的准备工序

鑽槍管的深孔是制造槍管的最重要工序之一，因为整个工艺过程的进行和本工序进行的正确性是有很大的关系的，所以，对于深孔鑽削工序提出一系列的要求，其中主要的是：

1）孔的实际軸綫应該是直綫的。

2）孔的軸綫应該与毛坯的軸綫重合，即鑽孔时鑽头不应与几何軸綫有偏差。

3）孔应該是圓柱形的。

4）孔的表面質量应該很高。

只要是这些要求中的一項沒有达到，就必須在槍管制造的工艺过程中加入一些附加工序，而且有时直接在鑽孔以后甚至有时在最后，还要將部分槍管报廢。所有这些都使得必須給予深孔鑽削以很大的注意。

鑽孔的結果主要是为了取得与外表面同心的孔，幷使它的軸綫成直綫。这在很大程度上决定于細心地完成准备工序，这些准备工序能为鑽孔創造必要的有利条件。

对于所有的槍管，深孔鑽削前的典型工序为：1）按熔煉爐号將毛坯分类[1]；2）校正槍管毛坯；3）切槍尾端面，切去槍口部分的多余材料和在兩端面（通常只一个槍尾端面）鑽中心孔；4）車外圓（在苏联工厂中以前只車口徑20公厘的槍管）；5）將熔煉爐号移到圓柱形表面上（如原来爐号打在毛坯端面上时）。

为了將鋼号相同的各批槍管投入生产，有必要將毛坯按熔煉爐号加以分类。首先这就使得有可能在發現該爐金屬的質量不合格时，立即將由全部屬于該爐的槍管停止作机械加工，同时又为在每一个别情况下規定最有利的切削用量造成最好的有利条件。此外，为了在制成的槍管上保存熔煉批号，应在槍管进行机械加工时將熔煉爐号从槍管的待加工表面移到已加工的面上。在同一熔煉爐号的槍管毛坯成批的投入生产时，轉移熔煉爐号是比較方便的。

因此，槍管毛坯按熔煉爐号的分类提供了技术上的及組織上的方便。

校正槍管毛坯是最主要的准备工序；鑽削孔的質量决定于校正工作是否細心。槍管由于經过了鍛造和热处理[2]，特别是在运

[1] 某些工厂不作这一工序，他們認为槍管硬度的差别不大，因而沒有必要为每一爐鋼改变切削用量。但在大量生产中，当工厂同时得到由若干不同爐号制成的槍管毛坯时，分类的工序就变得非常重要，而且切削用量也应經常改变。

[2] 由特殊鋼制成的槍管在鑽孔前經过热处理。

輸不小心时，其軸綫就要变弯。在鑽这种毛坯时，鑽头与軸綫的偏差很大，特别是在鑽7.62公厘的槍管毛坯时，因为它們的外表面的加工余量不大，就会使深孔鑽削的廢品增多。此外，在鑽弯曲了的毛坯时，由于其跳动而引起巨大的惯性力，机床的工作極不稳定，这除了使机床的各部分脫开和加强磨損以外，同时还降低了鑽头的寿命。因此对于校正毛坯工作应該特别注意，尤其是对于口徑7.62公厘的槍管。

普通在深孔鑽削以前应將这些槍管毛坯預先校正。方法是或用肉眼判断曲率,然后作最后校正。或用粉笔确定曲率,最后校正是在切端面和在端面打好中心眼后进行。

用粉笔确定槍管毛坯的曲率可在車床上进行。槍口一端夾紧在卡盤中，而尾部則裝卡在后頂尖上，粉笔当毛坯旋轉时記出弯曲处，然后在記出处將毛坯加以校正。

口徑7.62公厘和12.7公厘的槍管毛坯用手工校正，使用安于底座上的鉄砧和錘子，該錘对于7.62公厘的槍管其重为4公斤，对于12.7公厘的槍管則为8公斤。

放槍管毛坯在鉄砧时，要使它被粉笔标出的凸起部分朝上放在鉄砧的凹部的中央，这样就可用錘敲击，將毛坯校直。这种工序普通由2～3級工人来完成，同时要求校正工有較高的技巧並善于根据毛坯的弯曲程度来使出恰当的錘击力量。

口徑14.5和20公厘（有时也有12.7公厘的）槍管用的毛坯在压力机上校正。通用的为托列多(Толедо)压力机（圖38）。

錘击槍管毛坯的滑塊（錘）1在压力机机座的导軌中作滑移运动。

滑塊的这种滑移运动是由轉軸2經过偏心輪3而获得。爪式离合器接上时，轉軸2由軸4帶动旋轉，軸4系利用与压力机馬达相連的皮帶傳动裝置和齿輪而被帶动。

当銷釘6由爪式离合器左半体的定型凹座拉出时，爪式离合器即在彈簧5的作用下接上。銷釘6在压下踏板7时利用傳动槓桿而被拉出，同时彈簧8被压縮。当踏板放松时，銷釘在彈簧的

作用下又回到最初的位置而使爪式离合器脱开。离合器的左半部沿轉軸而移动，將彈簧5压縮。

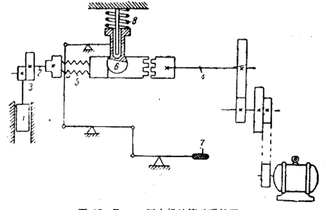


圖 38　Толедо 压力机的傳动系統圖

毛坯在压力机上安装在兩个V形支座上。滑塊对槍管毛坯的作用通过附加的垫片而傳遞。由于滑塊的行程是固定的，为了給予槍管毛坯适合其曲度的各种撓度，工作时应按需要程度选用适合的金屬片放到附加垫片上来工作。

槍管毛坯的校正和槍管以后所有校正一样，其原理都是給予它們以附加变形以消除軸綫的弯曲。所以，槍管毛坯在校正时的弯曲应該比它的原始弯度値大一些，此值决定于材料的彈性变形。应該注意，用这种方法矯直的毛坯随后不作热处理时將处在应力狀态下。所以不論在車外圓之后或鑽孔之后，由于金屬的一部分被除去而破坏了金屬內部平衡狀态时，在原先的方向上弯曲度將有若干恢复。

因此在进行了所指示的工序之后，必須將槍管作补充校正。

用肉眼預先校直了毛坯以后，車端面和自槍尾端面打中心眼，并用切去槍口部分的方法使达到一定的尺寸。这种准备工序，特别是頂尖孔的形狀，对于鑽孔的过程有重大的影响，因为

鑽头的偏离和寿命决定于鑽头鑽入槍管的正確性。苏联工厂现在所采用的頂尖孔形狀示于圖 39 和 40 上。

在大多数情形中，尾端面的切齐和定中心眼是在适用于該工序的简單車床上进行的。毛坯的槍口一端安裝在車头的卡盤內，尾端則安裝在插入刀架卡盤內的止推滚珠軸承中（圖41）。中心鑽通过卡盤的內部，而端面車刀則在側面的孔內裝入。

毛坯由机床主軸通过車头卡盤得到旋轉运动，刀架的卡盤是不轉动的。

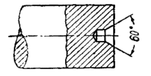


圖 39 ПТР 14.5 公厘槍管的頂尖孔形狀

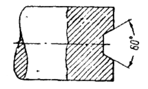


圖 40 ШВАК 20 公厘槍管的頂尖孔形狀

在美国工厂和苏联一部分工厂中，二端面是在專用的双边机床上切端面和打中心眼。

为了切端面和打中心眼而在 Fay 專用机床上的裝夾法如圖42所示。毛坯用兩个螺桿固定在兩个具有 V 形鉗口夾子中，螺桿則有單独的电动机来帶动旋轉。为了能按毛坯的長度裝夾，这些夾子可以沿位在床面中部的夾具轉軸而移动。

夾紧以后，夾具帶着毛坯向后轉动，使兩把銑刀切毛坯兩端面（在全長中公差为 0.25 公厘）。然后將夾具向前轉动，使毛坯的兩端与兩中心鑽对好。鑽头取得了进刀运动，將毛坯打出中

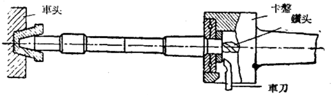


圖 41 毛坯打中心孔和車端面

心眼并返回至最初的位置，然后夹头自动將工件放开。这种在半自动机上切槍管毛坯的端面和打中心眼的方法，其优点是生产率高，同时也可以保証中心眼的精度。

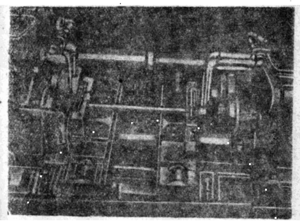


圖 42 在 Fay 專用机床上切槍管毛坯端面和鑽中心眼的裝卡法

§ 26. 深孔鑽削的基本原理

普通所論深孔鑽削是指鑽孔深度比孔徑大 5～7 倍，即 $L \geqslant (5\sim7)d$。

在槍的制造中，这比率能达到 $L \geqslant (25\sim100)d$，因而使鑽孔复杂化而成为金屬切削加工中最困难的工序。

深孔鑽削的工序（普通是槍管加工的头一个工序），对于从选擇毛坯起的整个工艺过程的設計有很大的影响。在鑽孔时（即使不是深孔）鑽头会和几何軸綫有偏差（鑽头偏离），同时孔的軸綫也不与外表面的几何軸綫重合（圖43）。此外，孔的軸綫会發生弯曲，或所謂隐蔽偏离。另外依据机床結構、鑽头和槍管材料的均質性的不同产生了孔的扩張，这种扩張量沿着長度的各个不同部位也是不同的。

此外，由于切削用量、鑽头和槍管的材料、潤滑冷却液的性質和供給規范以及其他許多原因，金屬的細屑会粘附在鑽头的表面上，因而在孔壁上形成了擦伤。

最后，鑽头的偏离会使金屬的纖維被切断，因而在以后的机械加工中即發生毛坯变形，这变形在热处理后特別厉害。

因此，首先，为了补償鑽头的隐蔽偏离和明显的偏离，就必需增大槍管外部加工的余量；第二，为了补償隐蔽偏离和擦伤，应增大孔隨后加工的余量；第三，应將槍管作一系列的补充校正。

增大加工余量会引起非生产开支的增加；增加切屑量、金屬切削机床的总数、刀具，电能以及工人的数量的消耗。此外，还加多了槍管加工的机动时間，因而降低了生产率。

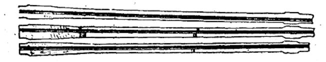


圖 43 鑽头的偏离

圖 44 上表示出了槍管毛坯尺寸的計算法，式中 Δ——鑽头的偏离，以公厘計；而 h_1——加工余量；决定于毛坯的特点和外表面的加工方法。

如果所檢查出来的缺陷（主要是鑽头的偏离値）超出了規定的余量和公差范圍，則在深孔剛剛鑽出之后，或有时在以后的工序中有一部分槍管会变成廢品。因而，很明显必須完成对本工序所提出的全部要求，以及保証最大可能的生产率。

为此，首先必需求得切削过程的連續性。所以，鑽头切削刃所形成的切屑应該不断的由孔內排出。近来，解决这个問題的主要方法是应用帶有特种溝槽的鑽头，使液体通过溝槽导至鑽头切削刃而將切屑冲洗出来。

在这种情况下机床应該装备有液压泵其压力应能調整，液量能供給充分。

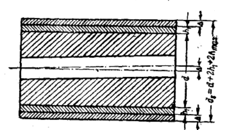


圖 44 槍管毛坯的尺寸計算

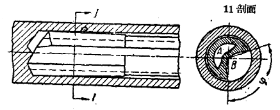


圖 45 能排除切屑的單边切削鑽头

不管鑽头的結構如何，可將鑽头分成內出屑鑽和外出屑鑽。

單面外出屑鑽（圖45）有一个單独的孔 A，沿此孔將潤滑冷却液引至切削刃。液体与切屑一起沿主凹槽或鑽头槽 B 排出。在机床上安裝这种鑽头的典型簡圖如圖 46 所示，圖上箭头表明液体和切屑的行走路程。

在單面內出屑的鑽头上（圖47），液体通过孔和鑽头之間的空隙导至切削刃。液体与切屑一起通过鑽头的內孔 A 排出。在机床上安裝这种鑽头的典型簡圖如圖 48 所示。

对于直徑在 20 公厘以內的各种槍管，在生产中只应用外出屑的鑽头。

除上面研究过的各种裝置外，現在在外国的書籍中还敍述了一些按“一步一步”（“step by step”）原理工作的半自动机床。在这些机床上是用普通的麻花鑽工作的。

从鑽头的几何形狀观点来看，麻花鑽是研究得最多的，它們

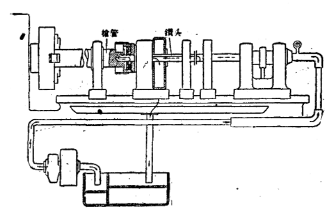


圖 46 在机床上安裝單面外出屑鑽的簡圖

可用比槍管鑽高許多的切削用量。但在深孔鑽削时，麻花鑽具有严重的缺点。首先，麻花鑽不可能不間歇的工作，这是因为切屑不能連續地由鑽孔內排出。用麻花鑽鑽孔时，随切屑在鑽头槽內的积累的程度，必須把鑽头由孔內退出以除去槽內切屑。因而增加了輔助时間。

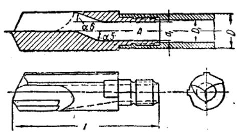


圖 47 單面內出屑鑽

此外，在鑽槽內积聚了切屑，可能会使鑽头扭断，因为随着鑽头的深入孔內，就很难照料槽內的切屑是否积滿。

因此，工人必需經常的站在机床的旁边，并多次地將鑽头由孔內退出，因而大大地增加了輔助时間。为了弥补麻花鑽的这种

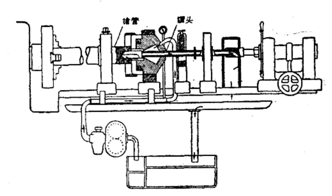


圖 48 在机床上安裝單面內出屑鑽头的簡圖

缺点，采用了按"一步一步"原理工作的半自动机床，这种机床可以保証鑽头在鑽孔时的自动进刀和为了排除切屑而自动的退刀。

§ 27. 深孔鑽削用刀具

为了在鑽深孔时得到合乎需要質量的孔，对于本工序所用的刀具提出下列几点要求。

1.鑽头的結構应能消除鑽头偏离本身几何軸綫的可能。

2.鑽头的結構应能保証潤滑冷却液能不断的供应并能保証冷却液伴着切屑一起由孔內排出。

3.鑽头应能鑽出質量高的表面。

4.鑽头应該具有尽可能大的生产率和足够的寿命。

5.鑽头的結構在使用中和制造时都不应該是复杂的。

深孔鑽削有很長久的历史。在造炮时最初用来鑽炮膛的鑽头形狀是怎样的，现在很难肯定，但無論如何，大多数研究者的意見都認为最初的鑽头是扁鑽。

扁鑽（圖49）有許多缺点，其中主要的有如下几点：

1.鑽头工作时的方向不稳，从而使其产生很大的偏离。

2.切削刃在切削角很大的情况下工作。

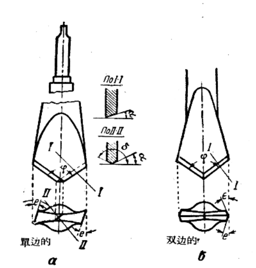


圖 49 扁鑽

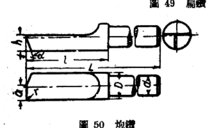


圖 50 炮鑽

3.横刃不是在切削（切削角 $\delta>90°$）而是在輾压金屬，因而使鑽头顫动。

4.后角比普通車刀所需的为大，因而鑽头的切削部分減弱。

5.为清除切削，必需中止鑽孔。

由于这些严重的缺点，扁鑽在出現后不久便为炮鑽(圖50)所代替，这种炮鑽到現在为止还在某些生产中应用着。

根据許多作者所供的資料，炮鑽的出現是在十八世紀末。从那时起，炮鑽結構的变动很小，并且基本上保存到現在，炮鑽是單面鑽，由切削刃 a来切削。为了使鑽头不在孔內卡住，切削刃的長度 a 和它的高度 h 作得大于鑽头半徑。尺寸 h 作得比半徑大0.01～0.1公厘，而尺寸 a 則大0.03～0.05公厘。后角为 6～10°。

因为鑽头的引导表面在横断面上的圓弧長度大于半圆周，所以鑽头的方向能很好地保持。炮鑽的优点还在于能得到非常光滑的孔，有时甚至不再需要鉸孔。

但是炮鑽有許多缺点。首先它不能保証連續的切削过程。此外，由于切削角大（$\delta=90°$），鑽头是在困难的工作条件下工作。因而炮鑽的切削用量是很低的。

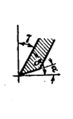




圖 51 麻花鑽

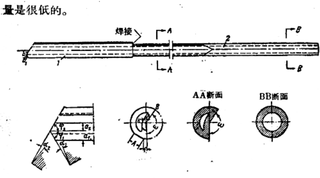


圖 52 槍管鑽

为了鑽小直徑的深孔，曾經广泛地应用过麻花鑽（圖51）。这种鑽头的切削角比扁鑽和炮鑽的小，因而使工作容易。麻花鑽也屬于多刃鑽，因而它的生产率很高。但是麻花鑽在用作深孔鑽削的刀具时，同样也具有上面所指出的許多严重缺点。所以，随着技术的發展，在研究各种按"一步一步"原理工作的自动机床的同时，也力圖設計出能完全滿足各項基本要求的鑽头。这种鑽头

是槍管鑽（在生产中叫做鏟狀鑽）和莫尔斯鑽。它們也就是改进了的砲鑽和麻花鑽。

槍管鑽是單面切削鑽，在苏联工業中大約从 1930 年开始采用，而到 1933 年时几乎所有鑽小直徑深孔的工厂都用槍管鑽进行工作了。根据一个工厂的材料来看，由于应用槍管鑽（代替炮鑽）而每年节省的資金为 500,000 盧布。

槍管鑽（圖52）包括兩个部分：用对銲銲接的切削（工作）部分 1 和鑽桿部分 2。鑽头的切削部分由各种牌号的高速鋼制造，主要是 РФ-1 和 РО，也有用高速鋼的代用鋼制成的(ЭИ-184 和ЭИ-164)。为了使直徑大于 14 公厘的鑽头的寿命增加，在切削部分上銲上了硬質合金片。

鑽桿由 $\sigma_b=60\sim65$ 公斤/平方公厘的机器鋼制成，有时也由报廢的槍管制成。

槍管鑽切削部分的主要諸元是：外切削刃 b_1 和內切削刃 b_2，切削刃的傾斜角 φ_1 和 φ_2；前角；后角 α_1 和 α_2；排出液体和切屑的槽角 ω；鑽头对于它的軸綫的相对位置 a_1 及 a_2；鑽头的內切削刃对于它的几何軸綫的位置 h；鑽头工作部分的錐度；切削部分的圓柱部分上的斜稜 A 和 B；校正刃的寬度 f，供給冷却液用的槽 K；断屑器。20 公厘以內的槍管鑽只制成外出屑者。

現时**鑽头的槽角** ω 取为 120°，因为这样的角度能保証切屑很好地排出和鑽头有足够的剛性，而且制造簡單。

对具有不同槽角（$\omega=30°$，60°，90°，100°，110°，120° 和 130°）的鑽头所作的研究表明，$\omega=30°$，60°，90° 的鑽头不能保証应有的生产率，此外，在挤压該槽时会形成裂縫。所以必須將槽子銑出，这种生产率是較低的，但鑽头的剛性是最大的。試驗中所得的結果最好的是 $\omega=120°\sim130°$ 的鑽头。

鑽尖与其軸綫的相对位置对于鑽头的偏离、寿命和被鑽表面的質量有很大的影响。根据不同作者的数据来看，a_2 值介于 $\frac{d}{3}$ 到 $\frac{d}{6}$ 之間；根据槍管鑽的标准来看 $a_2=\frac{d}{4}$。

更詳細的研究鑽尖位置对于鑽头偏离的影响，可得出这样的

結論：$\alpha_1>\alpha_2$ 时在鑽头的偏离方面可得最有利的条件；同时鑽头的寿命也增加。在这种情形中，校正刃只切去表面高低不平的金属而并不切入金屬內部，因为在切削刃上所产生的力在校正刃的一边稍大，鑽头被压向背部一方。

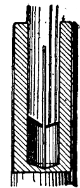


圖 53 零位柱心的形成

因此，鑽尖的最合适的位置必需是在 $\alpha_1=0.3d$ 和 $\alpha_2=0.2d$ 时。

鑽头兩切削刃的傾斜角现在都取成相同的：$\varphi_1=\varphi_2=60°$。因此，鑽头的頂角 $\varphi_1+\varphi_2=120°$，切削刃的傾斜角对于鑽头的寿命以及鑽头的偏离和孔壁的光潔度有重大的影响。在这方面的研究表明 $\varphi_1+\varphi_2$ 增加到 140°，可增加鑽头的寿命并減小它的偏离。为了在給定的 $\varphi_1+\varphi_2$ 情况下使鑽头的偏离最小，最好使 $\varphi_1\leqslant\varphi_2$。

鑽头內刃对它的軸綫的位置在槍管鑽上取得偏低些，因而鑽时在孔的中心內便形成零位柱心（圖53）。零位柱心的主要用途是改善鑽孔时鑽头的方向，因此使鑽头的偏离減小得很多；此外沒有零切削速度可提高鑽头的寿命。实踐証明，当零位柱心的半徑 $h=0.025d$ 时工作最好。

排屑槽的横断面积与槽角 ω 有关，它对正常的冲洗出切屑有很大影响：

$$f=\frac{\pi d^2}{4}\cdot\frac{\omega}{360}。$$

考慮到槽角頂降低时，得出实际的断面面积：

$$f_{\text{n}}\approx0.27d^2。$$

槍管鑽的前角等于零，因而切削角等于 90°。

鑽头的后角在帶靠模裝置的特种磨床上磨出（圖54），或在任何的外圓磨床上使用偏心卡盤磨出。鑽头在 CM-60 砂輪上磨，然后用油石研磨。对于直徑 20 公厘以內的鑽头的兩个切削刃，最

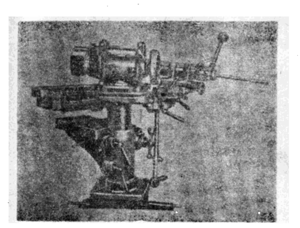


圖 54　直徑20公厘以內的槍管鑽磨用机床

合适的后角取为 15°。

应該指出，外切削刃 b_1 的后角 α_1 是可变的，因为这个切削刃的工作与麻花鑽的切削刃相似；內切削刃 b_2 的后角 α_2 是不变的——此切削刃的工作与車刀相似。

鑽头工作部分的反向錐度是用来減小鑽头对于孔壁的摩擦。沒有錐度时，槍管鑽由于校正刃的强烈磨損而不可能工作。切削部分每長 100 公厘反向錐度为 0.1～0.3 公厘。

切削部的圓柱形部分的斜稜　也是用来減少鑽头对孔壁的摩擦的。此外，斜稜改善了供液体至切削刃的条件。直徑在 15 公厘以內的槍管鑽有兩个斜稜：校正部分 A 和背部 B。如果沒有校正斜稜，槍管鑽的工作就不可能想像，而校正刃也將不会有后角和高度。校正斜稜保証液体从校正刃的兩边不斷地流入。

減小摩擦用的背部斜稜不应超过鑽头前面所通过的平面，因为在这一情况下將增大鑽头的偏离。

清理孔用的校正刃的寬度在小于 15 公厘的槍管鑽中，其值如下：

$$f \approx 0.15\sqrt{d}。$$

鑽头中用以导入潤滑冷却液的孔槽直徑的大小应能通过冲洗出切屑所需的足量液体。在良好的情形中，这槽的断面应該等于出屑槽的断面；但在小直徑的鑽头上，这种断面的槽会使鑽头的强度和寿命減小，因而普通將槽作得小些。

这样，槍管鑽可連續切削，也能保証鑽得与外表面同心的孔，得出良好的加工表面并具有高的生产率。各种直徑的鑽头示于圖55、56和57上。

圖58为鑽物郎林机槍槍管用的鑽头，圖59为一个外国工厂中所应用的鑽头。

断屑器对于增加生产率有很大的意义，鑽头的走刀量是在很大的程度上决定于它的。

鑽削时走刀量的选擇（走刀量是决定生产率的主要因素）；主要决定于切屑的排除。

切屑的正常冲洗出决定于它的形狀，对于小直徑的孔，切屑应該是一条波紋形的帶子。切屑波紋形的形成是因为垂直于切削刃流出的切屑在潤滑冷却液的压力作用下弯向鑽头軸心綫的方向而致。当走刀量增大时，液体的压力就不足以弯曲和引导切屑；这在用直徑14公厘以上的鑽头工作时特别明显，因这时所得的切屑是有足够剛性的。在这种情况下，为了改善切屑的冲洗出而应用断屑器，断屑器將切屑断成小条条以減少它的剛性，并擋住这些碎屑，因而改变了它們的运动方向。

断屑器的形狀决定于走刀量、鑽头直徑和被加工材料的質量。

断屑器可以在鑽头前面上，也可以在后面上。前面上的断屑器形狀如圖60所示，各种鑽头的断屑器可以采取的尺寸❶示于表17內。

为鑽口徑20公厘的槍管，除用外出屑的槍管鑽外，也可用內出屑的單面切削的鑽头（圖61）。

---

❶ 維列也依丘克(Веремейчук)深孔整体鑽削。

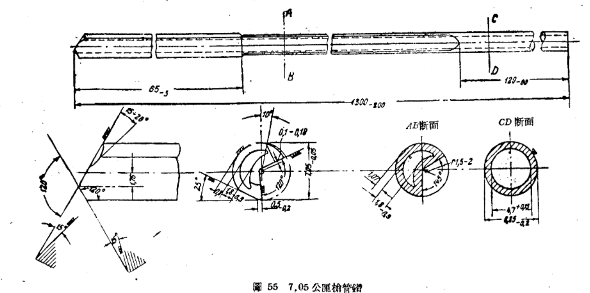


圖 55　7,05 公厘槍管鑽

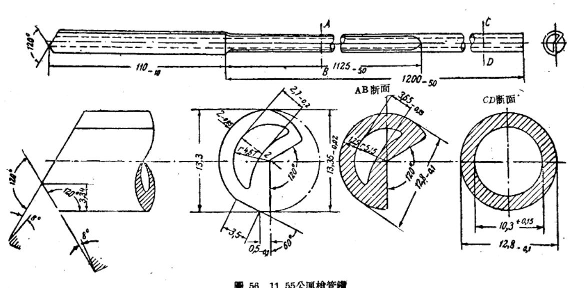


圖 56　11.55公厘槍管鑽

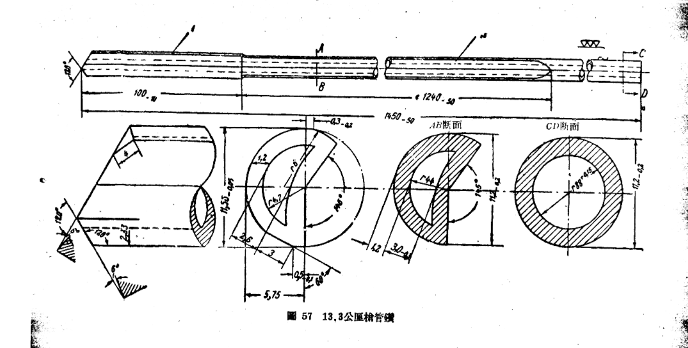


圖 57　13,3公厘槍管鑽

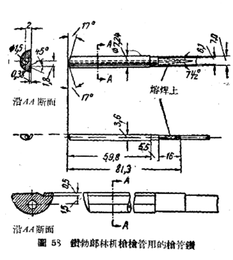


圖 58 鑽勃郎林机槍槍管用的槍管鑽

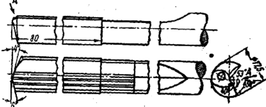


圖 59 槍 管 鑽

内出屑的槍管鑽使鑽桿与鑽头切削部分的可卸接合簡單化，这大大降低了鑽头的制造成本，并使它的使用也容易了。此外，在單面切削的鑽头上内出屑还可以大大地减少液体供向切削刃时的揚程損失。

圖61所示的鑽头与上面所研究的鑽头的区别是它具有承擋稜 A、导向稜 B 和保險稜 C 以及在后刃面上作的断屑器，并且鑽桿系利用螺紋連結上的。如果在外出屑的鑽头上，斜稜仅被用以减

表 17

鑽头直徑（以公厘計）	断屑器数	断屑器的寬度 b_c（以公厘計）	断屑器的高度 h_c（以公厘計）	凹下角度 γ_c（以度計）
10	1	3	0.4	7
16	1	4.8	0.6	8
22	2	3.3	0.8	8
26	2	3.9	0.94	8
30	2	4.5	1.07	8

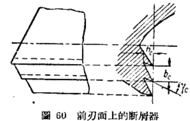


圖 60　前刃面上的断屑器

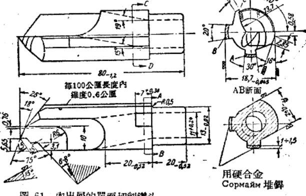


圖 61　內出屑的單面切削鑽头

少鑽头和孔壁間的摩擦（在大直徑的鑽头上，斜稜有相当明显的輪廓，如圖62所示），則在內出屑的鑽头上，斜稜基本上应能通过流向鑽头切削刃的全部液体。这就預先确定了它們的位置和尺寸。

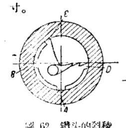


圖 62 鑽头的斜稜
A—承擋稜；B—导向稜；
C—保险稜；D—校正斜稜。

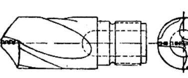


圖 63 莫尔斯(Морзе)鑽头

近来，为了鑽20公厘以上的深孔，采用內出屑的麻花鑽或莫尔斯鑽头（圖63），这种鑽头容許用較大的切削用量，同时可保証切削过程的連續性。

§ 28. 深孔鑽削用的机床❶

深孔鑽削用的机床不仅应該滿足对于鑽床所提出的一般要求，同时也应該滿足以下各項要求：

1. 消除鑽头偏离和孔扩張的可能。

2. 保証不断的供給潤滑冷却液并使它伴同切屑一起排出。

3. 在鑽孔时扭轉力矩增大的情况下，应有主要运动和进刀运动的自动断开器。

4. 可以实行多机床管理。

現在，对于槍管深孔鑽削工作，采用了能够完全滿足上列要求的多种不同結構的机床。

深孔鑽削用的机床最好按下列的主要几点来分类❷。

---

❶ 根据金屬切削机床說明書的指示，深孔鑽削用的机床屬于特种机床类，用字母M表示。

❷ 現在还沒有深孔鑽削机床的通用分类法。

毛坯和鑽头的运动 对于鑽孔，正如对任何其他的金屬切削过程一样，都必須有兩种运动：保証直接切下金屬的主要运动和保証切削过程連續性的輔助运动（进刀运动）。机床可以用不同的方式將这些运动傳給工件和鑽头。

1)旋轉（主要）运动傳給工件，而前进运动（走刀运动）傳給鑽头；

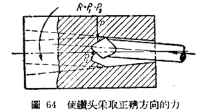


圖 64 使鑽头采取正确方向的力

2)旋轉运动和前进运动傳給鑽头，而工件保持不动；

3)旋轉运动和前进运动傳給工件，而鑽头不动；

4)工件旋轉，鑽头也旋轉并作前进运动。

应用何种型式的机床主要依据加工工件的重要性如何来决定的，同时也依据鑽头的結構，孔的直徑和工件的尺寸来决定的。在槍械制造中，当深孔鑽槍膛的时候，考虑到必需减小鑽头的偏离，因而仅采用第一种型式和第三种型式的机床。

当机床的主要运动和輔助运动分别地由不同机構来完成，并且工件作主要运动而鑽头作輔助运动时，我們研究一下这种型式机床的鑽孔工作。

在这种情况下，当沒有其它的因素影响鑽头的偏离时，孔的实际軸綫就永远与理論軸綫重合。实际上正如圖64所示（为了更明显，画出了多刃鑽头），在鑽头上起初由于与机床有关的某些原因，而得到了不正确的方向，因各主切刃的載荷不均匀，于是出现了 P_1 和 P_2 的合力，此力糾正鑽头方向。因此切削过程本身就能促使鑽头的方向正确，但在这种情况下，孔不再具有圓柱形狀，而在某一段長度上隨鑽头剛性的不同而得到了中凸形或圓錐形。也就是要产生所謂孔的"扩張"現象，一般說来，这种现象对于鑽孔質量的影响要比鑽头的偏离小得多。

在普通型式的鑽床上，主要运动与輔助运动由机床主軸来完成，方向不正确的鑽头將保持这种方向（圖 65），因为在沒有影响偏离的其它因素的条件下，就不能产生能够糾正鑽头方向或对它的运动有所影响的力。結果鑽头偏离軸綫，并且，这种偏离值在很大程度上随鑽孔的深度而改变。

同时如实踐所表明，孔的扩張很小。

因而，在选擇深孔鑽削用的机床型式时，特别当孔的直徑很小时，必須使工件完成主要运动，而由鑽头或工件完成輔助运动。

主要运动和輔助运动的傳动 大多数的机床都是由單独的电动机来傳动的，但在某些工厂中可能遇到成組的傳动裝置。

主要运动普通由一个皮帶傳动裝置傳遞（依靠塔輪来改变切削速度）；某些机床安裝有 6～8 級的变速箱。

在大多数简單的机床上，进刀运动的傳动裝置包括蝸輪和帶变速齿輪的掛輪架；在某些机床上有进刀箱，而在现代化的自动立式鑽床上，运动的傳动利用液压傳动裝置来实現。

圖 65 作用于普通鑽床鑽头上的力

主鑽軸綫的位置 分鑽床为1)立式鑽床和2)卧式鑽床。

現在，在苏联和外国的兵工厂中应用上述二种型式的机床(特别是卧式鑽床)，但近来已开始較多的应用立式鑽床。

立式鑽床与卧式鑽床比較，它的优点是：首先，工件軸綫的位置几乎是垂直的，因而大大的減小了机床所佔的面积，其次，工件的位置在上而鑽头在下，为由孔中排除切屑創造了最有利的条件。

主軸数 現代的深孔鑽削机床有 1，2，4，6，8，10 和 12 个主軸的。多主軸鑽床，特别是立式鑽床，其优点很显然的是：生产效率較高，所佔的面积小和所需的劳动力較少（表18）。

鑽孔过程的自动化 分有簡單机床和半自动化机床。最广泛采用的簡單臥式鑽床具有在鑽孔終了时关閉机床用的專用机構，并具有当扭轉力矩增加时关閉机床用的專用机構。这样就可能实行多机床管理，但这又受到一些限止：工人应当經常的檢查切屑的冲出情况和消除孔的堵塞，以防止鑽头折断。

在半自动机床上，除去所指出的机構以外，还有防止鑽头折断的特种裝置。当任一主軸上的扭矩或軸向力增高到超过許可值时，工作架(随机床結構的不同，在工作架上固定鑽头或工件)即自动的快速向后退开，并且迅速地返回而重新作工作进刀。如果由于孔被切屑堵塞而發生过載荷，則当工作架退开时切屑就会被

表 18

性　　能	Пратт-Витней (普拉特-維特逆) 双軸臥式鑽床	Боуш (美国鲍斯机器公司) 十二軸立式鑽床	Джон Барнес (美国約翰巴尔奈斯) 八軸立式鑽床
主軸数	2	12	8
鑽头的最大直徑，以公厘計	20	7.5	7.5
最大鑽入深度，以公厘計	850	800	800
一分鐘的进刀量，以公厘計	—	25	50
机床的外形尺寸：			
長度、公厘	3400	3900	2400
寬度、公厘	850	870	1800
机床的面积以平方公尺計主	2.9	3.4	4.3
軸的面积以平方公尺計	1.5	0.3	0.5

潤滑冷却液冲洗出，而鑽孔即能正常地繼續进行。如果由于鑽头磨鈍而發生过載荷，則工作架即將向前向后走动，直到工人換去磨鈍的鑽头为止。这种范圍相当大的自动化使得完全有可能过渡到多机床管理。

潤滑冷却液泵 現在，在深孔鑽削用的机床上常用的有外部嚙合的齿輪泵和輪叶式泵。

在苏联工厂中，普遍应用 Пратт-Витней Фриц Вернер，列宁工厂（放得薩的）Удмурт Шарман 的双軸臥式鑽床，此外，最近已开始应用半自动的多軸立式鑽床。

除去 Шарман 的机床以外，所列举出的普通臥式鑽床都具有相同的傳动系統以及导管網，所不同的只是个别机構的結構上的微小改变，以及泵的类型有所不同。所以，以下我們来研究应用最广泛的 Пратт-Витней 机床的構造和指出其它机床的差别。

Пратт—Витней 双軸臥式鑽床（圖66）包括兩个在工作上互不关联的完全对称的一对半体。机床的主要部件是：床身1，車头2，尾架3，刀架4，泵5和导管網。

在車头的軸承內安裝着主軸6，主軸6通过工作輪7取得主要运动（旋轉运动），工作輪7以皮帶与單独的电动机联接；輪8是空轉的。槍管毛坯以它的槍口端固定于撑在主軸前端的卡盤9內，而槍尾部份（打过中心眼的）則固定在插入尾架套筒10內的空心頂針上。为了安裝槍管毛坯，尾架可沿床身滑軌移动，并靠手柄11的螺栓和螺母而固定在所需的位置上。鑽头安裝在刀架上的自动定心卡头12內，并利用絲桿13和刀架齿輪完成进刀运动。其开关由手柄14来操縱。

鑽孔时，鑽头的方向是由空心頂針、套筒15以及可自由地沿床身导軌而移动的支座16导引。为了防止扭矩增加时鑽头折斷。工作皮帶輪的旋轉运动通过摩擦离合器17而傳給主軸。离合器的圓盤被裝有調节螺母19的彈簧18所压紧。

鑽孔終了时皮帶从工作皮帶輪轉換到空轉輪上用的裝置包括：固接在桿21上的移动皮帶用的叉20，一端支持于套在桿21

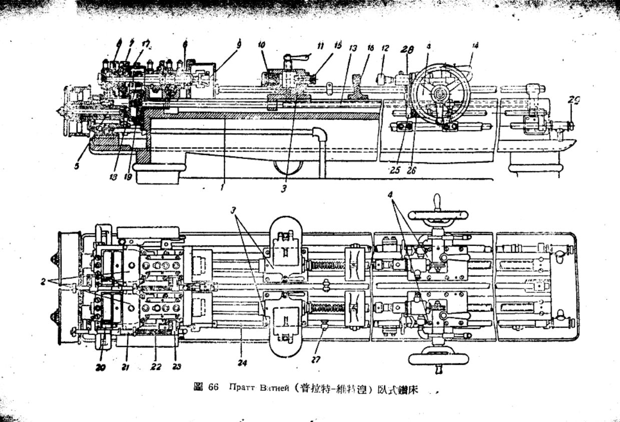


圖 66 Пратт Витней（普拉特-維特涅）臥式鏜床

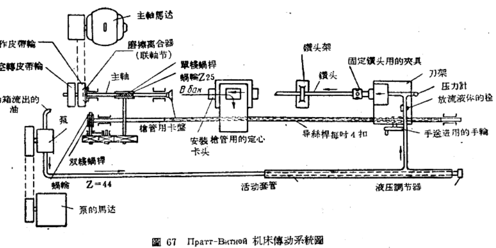


圖 67 Пратт-Витней 机床傳动系統圖

上的承座而另一端支持在固定横擋 23 的彈簧 22，拉桿 24，帶彈簧 26 的槓桿 25 和活动的擋塊 27。拉桿 24 借銷子凸部与桿21相連并可以轉动某一角度而与桿脫离，在彈簧 26 的作用下（彈簧的另一端固定在刀架上）在滑鍵上沿拉桿移动的槓桿 25 有轉动槓桿的趋势。这趋势由于槓桿上的擋塊抵在刀架套筒 28 上的凸部而被阻止，当刀架运动时，槓桿 25 在本身的行程上遇到固定在拉桿上的活动擋塊 27，因而刀架即对着槓桿移动。此时，槓桿离开套筒 28 上的凸部。在彈簧 26 的作用下轉动，并將拉桿轉动，拉桿放开桿 21，并在彈簧 22 的作用下向左移动。这时，皮帶叉 20 即將皮帶从工作皮帶輪移到空轉輪上。

机床可用外出屑鑽头鑽直徑 20 公厘以内及長度 850 公厘以內的孔。

泵是外部咬合齿輪式的。所供給的液量系利用調节器 28 調节之。

机床之傳动系統圖見圖67。

主要运动的傳动裝置（在單独馬达时）由一皮帶傳动裝置所構成：

$$n_{主軸}=n_{馬达}\frac{D_{M}}{D_{主軸}}\gamma,$$

式中 γ——皮帶的滑动系数。

为了改变轉速，要更換馬达上的皮帶輪。

进刀运动的傳动裝置包括兩个蝸桿傳动、帶有变速齿輪的掛輪架和絲槓。

$$S_0=\frac{1}{25}\cdot\frac{z_1}{z_3}\cdot\frac{2}{44}\cdot\frac{25.4}{4}\ 公厘/轉,$$

$$S_M=S_0\cdot n_{主軸}\ 公厘/分。$$

选用变速齿輪 z_1，z_3 及介輪 z_2 时，即确定了所需的进刀量。

Фриц Вернер**福莉茨、維尔涅双軸卧式鑽床**　对于鑽直徑为 6～20 公厘及長 400～800～1200 的孔来説，有各种不同的型式鑽床。1002ZB 型机床可保証鑽長度 2000 公厘以內的孔。

在这些机床上，和在普拉特、維特涅机床上相同，槍管毛坯是旋轉的，而由固定在刀架上的鏜头完成进刀运动。

鏜直徑 14 公厘以內和長 1200 公厘以內的孔用的 1002C 型机床（圖68）包括对称而無关联的兩个半体。主軸由三相电动机帶动旋轉，轉速借助于三角皮帶加以調节。为了調节皮帶的張力，裝在床身下方的电动机可以沿导軌而升降，电动机轉速用轉換磁極对数的方法来調定，这可保証有三級，即：750，1500，和 3000 轉/分。



圖 68　1002C 型福莉芙·維尔涅臥式鏜床

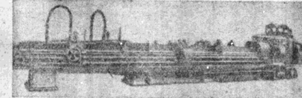


圖 69　1002ZB 型福莉芙·維尔涅臥式鏜床

进刀运动与 Пратт-Витней 机床相同，靠掛輪架上的变速齒輪的改变而改变。

鏜头的过載荷用安裝在主軸上的摩擦离合器来防止。在机床上广泛使用了帶信号裝置的电控制器。为了供給液体，机床上安有輪叶式泵。

1002ZB 型机床（圖69）用于鏜直徑在 20 公厘以內的孔，它

的外形尺寸为：7000 × 2000 × 1800。这种机床与上述机床的不同是电气設备比較完善。

为了防止鑽头折断，主軸电动机附帶有具备最大接触和最小接触的安全裝置。在鑽孔时發生过載荷的情形时，主軸电动机即被断开并止动，同时紅色的信号灯 1 点亮（圖70）。安全裝置利用实际功率的計算器 2 来調节，計算器裝备有直綫形的，并可以自由摆动的指針 3 和两个弯曲指針 4 及 5 。指針 3 指示鑽孔时电动机的載荷，指針 4 則用来确定最大接触，而指針 5 用来确定最小接触。轉动套筒 6 可移动指針 4 和 5 的位置。

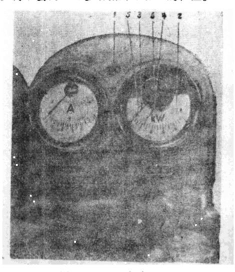


圖 70　1002ZB机床的仪表

敦得薩列宁工厂的槍管鑽床是双軸臥式鑽床，它的構造原理和傳动系統（圖71）都和普拉特、維特涅机床相同，机床的主要諸元如下：外形尺寸 3700 × 1000 × 1000 公厘，重量 1700 公斤。鑽孔直徑 7～18 公厘；頂尖高度 82 公厘；可鑽最大長度 1000 公厘。

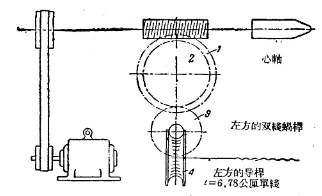


圖 71　列宁工厂臥式鑽床的傳动系統圖

Шармон 机床与普拉特、維特涅机床不同的地方只是傳动系統不同。机床裝备有 6 級的（504，334，202，124，82，50）变速箱和有八种不同进刀量（0.15；0.103；0.07；0.047；0.032；0.022；0.014；0.01）的进刀箱。

这种机床可以鑽直徑 20 公厘以內及深度 1500 公厘以內的孔。

八軸半自动立式深孔鑽床　（ЭНИИМС）（圖 72）是苏联設計和制造的机床。在工作中試驗时这种机床在使用上和技术上表現比普通的臥式鑽床具有較大的优越性。

工作架 I 沿机床（圖 73）床身的导軌而移动，工作架內固定着槍管毛坯。机床上有兩个工作互不关联并各帶有四个主軸的工作架。工作架稍微向后傾斜（垂直偏角 5°）从而保証了槍管毛坯的充分穩定性。

毛坯以定有中心孔的尾端安裝到空心頂尖上，而以槍口部分安裝在板条 2 的 V 形切口內。在每一个工作架上的毛坯同时被夾紧。当滑塊 3 移动时（通过圓錐傳动装置和絲槓），在安裝于滑塊上的套筒內的滚珠軸承中旋轉的空心頂尖即將毛坯向上举起。此时，毛坯的槍口端即进入卡盤 4 內，它們被对准中心并离开板

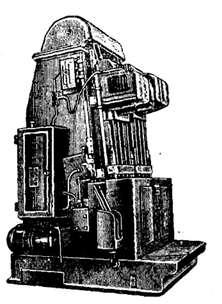


圖 72　八軸半自动立式鑽床总圖（ЭНИИМС）

条2的支承表面。套筒之間由压力均衡器加以連結，保証所有四个毛坯能被均匀地夾紧。

帶有卡盤4的各主軸成对地靠三角皮帶由电动机帶动。为了張紧皮帶，將电动机装在备有彈簧的活动鈑上。各工作架的进刀运动由液压傳动裝置来完成，为此，將工作架通过耳环与液压缸的活塞桿联接。用油泵將油从油槽压入液压操縱器5內，再由此將油分配到必需的方向。

液压操縱器由紧固在板条6上的擋塊来轉换，此板条利用槓桿系統7与工作架一起移动。机床裝备有帶斜面台8的远距离电操縱裝置，該斜面台8是安裝在工作地点上。

鑽头不动地固定在主軸9的彈簧卡头中，并在鑽孔时为空心

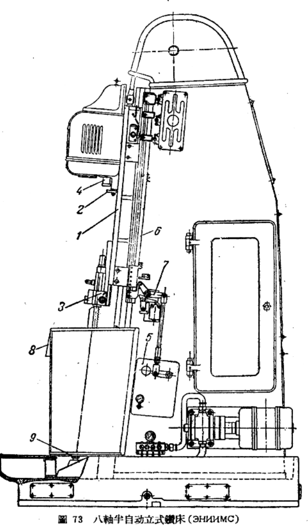


圖 73 八軸半自动立式鑽床（ЭНИИМС）

頂尖和附加的引导套筒所定向，这些套筒与工作架的連接要使得永远能保証鑽头位置在自由部分的中央。

机床具有防止鑽头折断的特种装置。

实践确定，直徑7公厘及長1000公厘的鑽头的許可扭矩(此机床只适用于这种直徑）大致为0.35公斤公尺，而軸向力大致为40公斤。为了防止鑽头在扭矩过載荷时折断，主軸4通过被彈簧压紧的圆盤式摩擦离合器而被傳动，离合器压紧彈簧的力可以很容易地加以調节。当摩擦离合器打滑时，主軸的轉速即下降，因而，与主軸相联的离心繼电器即动作，而液压操縱器轉換成后退。

为了防止在軸向力过載荷时鑽头折断，主軸9在本体內有自由的軸向位移；当主軸被压向下方时，已調整到所需力量的彈簧即被压縮。这就使極限开关上部的一对接触点閉合，而液压傳动的操縱器即变換到回复行程。

当任何一个安全装置作用时，斜面台上的信号灯即指示出某一主軸發生了过載荷。

同时也需要对美国鮑斯机器公司的十二軸机床和約翰巴尔奈司八軸机床加以說明。鮑斯机器公司的机床（圖74）还是在一九一四年至一九一八年战时制成的。机床的主要諸元如下：鑽孔直徑7.6公厘，孔的最大長度800公厘，主軸轉速1000轉/分，鑽头的进刀量25公厘/分，机床尺寸3.9×0.88×2.5公尺，重量約为6吨。

固定在空心主軸上的槍管毛坯只得到旋轉（主要）运动。下部的夾头就是导体；这些夾头可利用手柄*A*迅速下降以更換毛坯。主軸用爪式离合器与傳动系統相联；为了断开任何一个主軸，要应用手柄3。鑽头固定在工作架*N*上，工作架由絲槓*O*得到进刀运动。在工作架进刀行程的終点（与鑽孔的長度相当），开口螺母为擋塊*M*所分开。为了防止鑽头折断，机床具有特殊的装置。

更現代化的(請注意，这是指1945年—譯者)是約翰巴尔奈

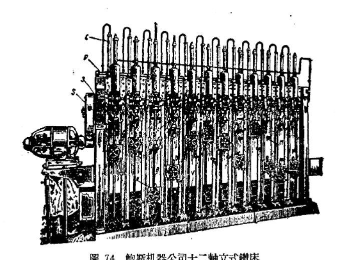


圖 74 鮑斯机器公司十二軸立式鑽床

司公司的八軸立式鑽床。

在这种鑽床上，槍管毛坯既完成主要运动（得自电动机），也完成进刀运动（得自液压傳动裝置），鑽头是不动的。机床是使用远距离电操縱进刀运动的半自动机床。

§ 29. 深孔鑽削用的潤滑冷却液

潤滑冷却液应能：1）自孔內冲出切屑；2）冷却鑽头的切削刃；3）減小鑽头的圓柱表面与孔壁間的摩擦；4）防止鑽头的表面粘上金屬細屑；5）減小鑽孔时的切削力；6）不会腐蝕制件和机床的金屬；7）不損害工人的健康；8）价廉且不缺乏。

深孔鑽削的成功与正确选擇潤滑冷却液及其进給量的多少有很大关系，一九三三年以前曾应用植物油作潤滑冷却液，它虽能滿足槍管鑽孔时所有的要求，但是因为它的价格昂貴和来源有限，所以就必須尋找代用品。

曾經試驗过乳剂、肥皂水、压縮空气、摻有百分之十植物油

的硫化油、摻有百分之五植物油的硫化油和純矿物油。这些研究得出了以下的結論。

1. 乳剂可以作为潤滑冷却液应用于槍管深孔鑽削，但有許多缺点：(a)因冲出切屑的条件不良而生产率降低达百分之三十，(б)机床的修理成本提高百分之十，(в)刀具的消耗增加百分之二十和(г)孔的表面質量变坏。

2. 肥皂水不适用于深孔鑽削。

3. 压縮空气与乳剂和肥皂水一样，降低生产率，增加鑽头消耗，使孔的表面質量变坏；此外，还必須大大地改裝机床本身和通到机床上的导管，因此，一般都公認用压縮空气是不合理的。

4. 含錠子油 89～90 %，植物油 9～10 % 和含硫 1 % 的液体能保証所有的要求，并且不亞于純植物油。因此它被采用来代替純植物油。

5. 含錠子油 94～95 %，植物油 3～5 %，硫 1.5 %的液体能保証与上述相同的效果。

6. 純矿物油会降低生产率（与含植物油的硫化油比較），提高鑽头的消耗和使孔的表面質量变坏。

現在，在所有的苏联兵工厂内都应用含 10% 或 5 % 植物油的硫化滑油作为潤滑冷却液。

应用这种液体的效果决定于它的使用量。已經确定，液体压力并不决定鑽孔的正常过程；必須还要給定液体的消耗量。

液体的消耗量 $Q_{公升/分}$ 与压力（45～50° 时的大气压）的关系，在鑽口徑从 7～12 公厘的槍管时用下列关系式确定。

$$Q=Cp_{o}$$

在这里必須注意液体的温度，因为对冲出切屑有很大影响的粘度系随它的变化而改变。对于含百分之十植物油的硫化油的温度和粘度之間的关系式如下：

$$B^{\circ}Э=\frac{2450}{T^{1.65}}\text{恩式粘度。}$$

因此，在按已知的压力（普通用压力計控制）确定液体的消耗量时必須使消耗量与温度相調协。研究結果确定，液体的最小消耗量隨鑽头直徑而定，在液体温度为 50° 时按圖解确定之（圖75）。

确定其它温度下的液体供給規范时可以使用关系式

$$Q=0.18\cdot 10^{-3}\ pd^2T^{1.3}$$

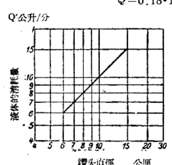


圖 75 确定液体用量的圖解

式中 Q——液体消耗量（公升/分）可按圖求得；

d——外出屑槍管鑽的直徑；

p——压力計所指示的液压（以大气压計）；

T——液体温度（以度計）。

这样的液体供給規范能保証鑽头有最高的寿命。当鑽小口徑的槍管时，因液体的流速很高而使液体的温度增高（有时达70°C），因而最好以人工方法使它冷却。但在鑽孔前則相反地要將液体加温，方法是利用泵使它空流 5 分鐘。

如不能达到这些要求，孔就不可避免的会（当液压正常时）被切屑阻塞，因而造成鑽头的偏离、降低寿命和形成切痕。当液体消耗量增加时，因液体粘度激剧降低造成切痕，而消耗量降低时則由于液体的不足而产生切痕。

槍管作深孔鑽削时，潤滑冷却液应能保証孔表面質量良好。如果在深孔鑽削后观察槍膛，可以看出在整个圓周或部分圓周上有周期地沿槍膛長度而形成的粗糙环形切痕。这种切痕的性質还完全沒有經过研究，但它对于槍管制造的工艺过程有很大的影响，这就迫使必須多留一些槍膛下一道加工的余量。

由对槍膛切痕的研究，可以作結論，当鑽孔的过程正常时，

切痕的数量决定于潤滑冷却液的性能。

流体动力学的潤滑理論証明，金屬和液体一样，金屬彼此之間有互相粘附的性質，因其摩擦表面的金屬活动分子会产生化合。

显然，为了减少切痕，必須保証鑽头的圓柱部和槍膛壁間的液体摩擦。为此，除去正确的安排各个工序以外，还必需完全消除孔被切屑阻塞的可能，选擇的液体要有足够的粘性，以使滲入鑽头和槍膛之間的間隙內，并且要有充分的潤滑性，以保証摩擦表面上形成牢靠的粘附油膜。

如果个别液体的粘度不随摩擦表面金屬种类的改变而变化，則潤滑性（季列伊的研究）改变并归根結底是該液体在該金屬表面上所引起的效果。因此，液体应該每次根据具体条件不同而加以选擇。

美国兵工厂中試驗过的压榨猪油（50° 时的粘度約为恩氏粘度 4 度）在鋼表面上具有最良好的潤滑性。

植物油的优点也是潤滑性良好。由流体动力学的潤滑理論可知，为了使混合液有更好的潤滑性，就需有 2～5% 优質的液体。

苏联兵工厂內，鑽槍管所应用的以 5～10% 植物油为基础的硫化油，長期的經驗証明，能够完全滿足槍膛表面質量方面对它提出的要求。

因此，除了要完全消除鑽孔时影响鑽头寿命和偏离的切屑堵塞以外，为了減少切痕还必須將鑽头磨好，使能消除將鑽头压向承擋稜一边的合力出現的可能，而在小直徑的鑽头上，則应消除將鑽头压向背部一方的合力。不能实現这些条件就会使粘附的油膜破裂，甚至結果即产生干摩擦或半干摩擦，使槍管的金屬微粒粘附到鑽头表面上，这同样也会造成切痕。

从这种观点来看，鑽鋒与軸綫相距 ¼d 的位置(現行标准)是完全正确的。

§ 30. 槍管深孔鑽削的切削用量

金屬切削加工的基本任务之一是正确选擇能保証最短加工时

間的切削用量。普通在鑽小直徑深孔时，机床并不限制切削用量。

在刀具寿命相同的条件下，切削速度和进刀量对于生产率的影响是不同的。

切削速度 v（公尺/分），寿命 T（分）和进刀量 S（公厘）之間的关系，普通用下式表示：

$$v=\frac{C}{T^{m}S^{y}},$$

式中 y 一般小于一。

在所有的加工情况下，特别是粗走刀时（其中包括深孔鑽的工序），为了达到最高生产率，首先必須运用最大可能的进刀量。这种进刀量的选擇能为各种不同的因素所限制：刀具、机床、工件等的强度、表面質量等等。根据所选定寿命（普通是經济寿命）来确定切削速度。

各种槍管鑽的关系圖各不相同，同时由于深孔鑽削工序的特殊性，使我們不得不采用降低了的切削用量（主要是进刀量）。

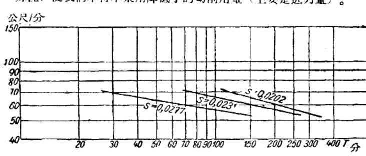


圖 76 直徑7.05公厘鑽头的 $v=f(T)$ 的关系圖

为了估計和預定切削用量，下面举出兩种关系圖。

圖 76 画出了直徑 7.05 公厘槍管鑽 $v=f(T)$ 和 $v=f(S)$ 的关系圖，这种鑽头在鑽 50A 号槍管鋼的槍管时，其工作部分由 PΦ-1 高速鋼制成。

对于在已研究范圍之內者，一般关系式 $v=f(T,S)$ 可以簡

單的用下式表示

$$v=\frac{C_v}{T^{0.25}S^{0.8}}。$$

圖 77 画出了对于直徑 11.55 公厘的槍管鑽 $v=f(T)$ 和 $v=f(S)$的关系圖，这种鑽头在鑽0392号鋼的槍管时，其工作部分由 $P\Phi-1$ 高速鋼制成。

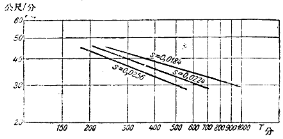


圖 77　直徑 11.55 公厘槍管鑽 $v=f(T)$关系圖

数学关系式 $v=f(T,S)$可用下式❶表示：

$$v=\frac{C_v}{T^{0.35}S^{0.33}}。$$

对于直徑18公厘的鑽头可得到同样的关系。

因此，由上面公式可得出：在槍管深孔鑽削取定合理的切削用量时必需以最大可能的进刀量为出發点。限制进刀量的各因素是：1）正常地冲洗出切屑，2）鑽头沒有偏离，3）得到質量良好的表面。

但是，上列各因素彼此是密切相关的，故进刀量大小决定于冲出切屑的条件好坏（当其它条件相同时）。

正常的切削冲出过程决定于潤滑冷却液的压力和消耗量、切屑形成的形狀、进刀量、工件材料的性質、表面狀况和鑽头的排屑槽横断面积。

---

❶　刃的后面的磨損 $\mu_a=0.35$ 公厘作为直徑 11.55 公厘和 7.05 公厘的鑽头磨鈍标准。

最后一个因素决定于鑽头的結構，并与它的直徑有关。

單边切削鑽头的槍管鑽有一个很大的优点，即它比多刃鑽工作較穩定，因为它沒有零切削速度。因而，如果还考虑到鑽孔时用高潤滑性的硫化油，則用这种鑽头切削鋼时主要將形成卷狀的切屑。为了在鑽大直徑孔时保証切屑正常排出（此时很难产生出大的压力），頂好使切屑細、短而脆。这可用断屑器来达到。

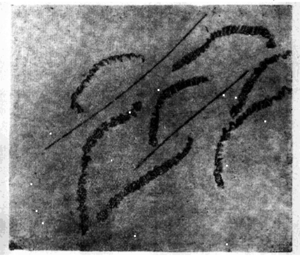


圖 78 波紋形的長切屑

相反地在鑽小直徑的孔时不希望得到这样的切屑。在这种情況下，最良好的切屑形狀是波紋形長帶(圖78)，在鑽头槽內它可导引方向，这样对于它的排出創造了最良好的条件。

随着进刀量的增大，切屑的强度增高。所以在某种进刀量下，潤滑冷却液压力不足以使沿鑽刃前面离去的切屑沿鑽槽排出。因此，由于切屑直接压在鑽头前面上而週期性地或經常地將孔堵塞。以 $S=0.356$ 公厘/轉 的进刀量鑽步槍槍管时可得到相似的切屑(圖79)。显然，槍管材料的性質对于切屑的冲出也將有同

样的影响。因而在正常冲出切屑的条件下，最大許可进刀量的值即决定于鑽头的直徑和槍管材料的性質，并且液体的使用也应該是最合适的。

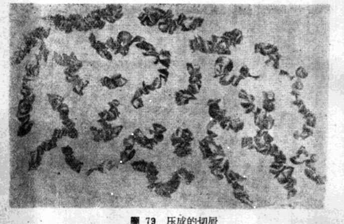


图 73　压成的切屑

50A 槍管鋼制成的槍管用 7.05 公厘鑽头作深孔鑽削和 0392 号鋼制成的槍管用 11.55 公厘鑽头作深孔鑽削时，最大許可进刀量为 $S=0.26$ 公厘/轉❶。

现在，实用上在鑽槍管孔时取 $S=0.0184\sim0.026$ 公厘/轉。

切削速度主要是根据进刀量、規定的寿命、鑽头和槍管材料的性質、鑽头的几何形狀和直徑、潤滑冷却液的性質和供給規范并基于所列举的公式定出。普通用 PΦ-1 高速鋼制成的鑽头鑽槍管时切削速度在 35～65 公尺/分 的范圍內。当鑲有硬質合金片的鑽头鑽孔时，切削速度大致提高 10%（繼續提高切削速度，通常受到机床的限制），而鑽头的寿命則增加 1～2 倍。

---

❶ 如改变潤滑冷却液的性質和規范，当然就有可能增大以上对于所指工序所規定的进刀量的值。

§ 31. 影响鑽头偏离的主要因素分析

鑽头偏离的原因，偏离的大小和消除或减小偏离的措施对于正确地制訂槍管和槍管毛坯的制造工艺規程有極重大的意义，尤其是对于口徑7.62公厘的槍管。經驗証明。在鑽这些槍管时，鑽头的偏离值可以达到8～10公厘，并在个别的情形中鑽头可穿进側壁（圖80）。圖81表明用直徑7.05公厘的鑽头鑽長度760公厘的槍膛时不同偏离值所佔比率的圖表。



圖 80 鑽头的偏离

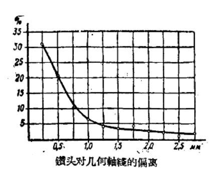


圖 81 鑽头的偏离頻繁程度

如上所述，毛坯尺寸的大小系根据鑽头的偏离值来取定。在某些情况中，特别是在大量生产中，根据純粹的經济观点，在确定加工余量的大小时不以最大偏离来計算，而是以較小的但或然率較大的数值来計算。如以7.62公厘的步槍槍管为例，在計算毛坯的尺寸时，所取偏离为2.5公厘。所以，偏离大于2.5公厘的槍管即报廢。

对于槍管偏离有影响的主要是机床、槍管毛坯、鑽头的結構和几何形狀、切削用量、冷却規范和机床的看管。

机床的影响 机床隨傳給鑽头和槍管毛坯的运动特性而对鑽

头的偏离發生影响。此外，發生影响的还有机床的情况，主要是它的主軸跳动量和机床中心綫与床身导軌的不平行度。

在不同机床上用直徑 7.05 公厘的槍管鑽鑽長度 760 公厘的零件❶（机床情况的数据列在表 19 內），当所有其余的条件相同时，机床的狀况对于偏离肯定是有影响的（圖 82），虽然平均偏离值（为了近似比較把該平均偏离值当作深孔鑽削工序特点之一的）幷沒有很大的差別。

表 19

机床的情况(以公厘計)	Пратт-Витной（普拉特-維特涅）		Фриц Вернер（福莉茨-維尔涅）	
	第一主軸	第二主軸	第一主軸	第二主軸
主軸的徑向跳动	0.13—0.15	0.19—0.20	0.03	0.02
主軸的軸向位移	2.4	0.7—0.9	0.02	0.02
星形輪的徑向跳动	0.28—0.25	0.15—0.2	0.05	0.06
頂尖的重合:				
(1)在垂直平面內	1.65	0.5	0.05	0.06
(2)在水平平面內。	0.38	0.5	0.02	0.03

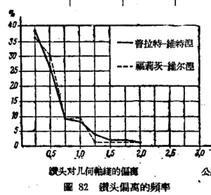


圖 82 鑽头偏离的頻率

❶ 以下的所有的数据都属于这些零件。

注意机床的狀态，并把机床作仔細的調整，是減小偏离值的必要条件。

槍管毛坯的影响 鑽头的偏离决定于以下几个原因：毛坯的校正不充分、槍口一端有飞边，槍尾端面上中心孔的形狀和槍管材料的硬度。

鑽孔前校得不正的槍管，会使主軸的跳动增加，破坏机床的調整，因而增加偏离并減低鑽头的寿命，以及使金屬纖維切断得过多。

用鍛或压的方法取得的毛坯在槍口部分形成飞边（圖 83）。鑽头的偏离值在一定程度上决定于槍口端裝卡的正确性。但研究表明，將槍口端裝卡在"星形輪"中（圖 84），即使在有飞边时也能保証槍管有足够正确的位置。同时，車槍口端面时槍口端的裝卡条件可得以改善，这时中心孔的几何形狀对于鑽头开始切削时方向是否正确有很大的影响。

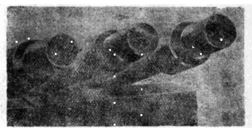


圖 83 毛坯上的飞边

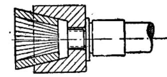


圖 84 固定槍口端部的星形輪

現在我們来研究中心孔的形狀（圖 85）。当將鑽头引向槍管时，最初开始切削的只是切削刃 b_1，因而，切削力 P 的分力即

企圖將鑽头压向一边，使鑽头不能正確地进入（鑽头在空心頂尖中的間隙达到 0.5 公厘或更多）。此外，这样的中心孔会降低鑽头的寿命。

如果中心孔的形狀如圖 86 所示，則在引入鑽头时它以鑽鋒开始工作，然后均匀的用切刃 b_1 和 b_2 工作。

能够保証鑽头在它开始工作时得到可靠方向的最好的中心孔的形狀如圖 87 所示。

研究毛坯材料的硬度对于鑽头偏离的影响时，必須辨別沿槍管長度和沿断面硬度不均匀的影响，以及硬度的影响。

沿槍管長度和断面的硬度不均匀，对于偏离的影响是由于切刃 b_1 和 b_2 上切削力的分力不等，因而鑽头即压向校正刃的一方切入較軟的部分上。

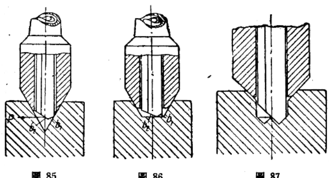


圖 85　　圖 86　　圖 87

在鑽各种不同硬度（指未超出沿毛坯長度和断面的硬度公差范圍者）的槍管时，鑽头的偏离在鑽較軟的材料时較大，因按下式算出的力的变动在这时是較大的，公式如下：

$$P=C\sqrt[2/3]{H_B}$$

这是趋向于鑽已热处理过的槍管的原因之一❶。

❶ 根据現有的書本材料，許多欧美的工厂將热处理后的槍管进行鑽孔（其中包括炭鋼的槍管）。

鑽头的結構和几何形狀的影响 現在来研究多刃鑽(麻花鑽)的鑽孔。为了保持鑽头起初所取得的正确方向(圖88)，必須使施于主切削刃的进刀力的各水平分力相等，即

$$P_{1r}=P_{2r}。$$

破坏这个条件会产生合力使鑽头偏向校正刃之一的一方。因此，首先产生孔的扩張，然后产生鑽头对槍管軸綫的偏离。

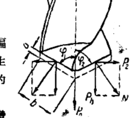


圖 88 进給力的分力

根据 Гипромаш 的資料，用麻花鑽工作时进刀力可由下列公式計算

$$P_0=C_p d^{xp} S^{yp}$$

或更簡化为

$$P_0=C_p d S^{0.78},$$

式中 C_p——随被加工金屬的性質而定的常数；

S——进刀量，公厘/轉；

d——鑽头直徑，公厘。

每一个切刃都应該切下断面相同的切屑，此断面由下列公式确定

$$f=\frac{d}{2}\;\frac{S}{2}$$

施于每一主切刃的进刀力为：

$$P_1=C\left(\frac{d}{2}\right)^{x_p}\left(\frac{S}{2}\right)^{y_p};$$

$$P_2=C\left(\frac{d}{2}\right)^{x_p}\left(\frac{S}{2}\right)^{y_p}。$$

由这些公式可以得出 $P_1=P_2$ 的結論。但实际上 $P_1\neq P_2$，这便是上列公式的缺点。

金屬切削理論确定，切屑的厚度和寬度对切削力的影响是不同的。

將上列公式改变为第三近似的公式:

$$P=\varphi(a,b),$$

式中 a —— 切屑的厚度;

b —— 切屑的寬度。

在这种情形中

$$\frac{d}{2}=b\sin\varphi \text{ 和 } \frac{S}{2}=\frac{a}{\sin\varphi}\text{。}$$

此时 $$P=Cb^{x_p}(\sin\varphi)^{x_p}\cdot\frac{a^{y_p}}{(\sin\varphi)^{y_p}}$$

或适于每一切削刃, $P_1=Ca^{y_p}b^{x_p}\sin^{x_p-y_p}\varphi_1$

和 $P_2=Ca^{y_p}b^{x_p}\sin^{x_p-y_p}\varphi_2$。

引用数值 x_p 和 y_p 以簡化这些公式（当工作性質改变时 x_p 和 y_p 改变極少），則可得:

$$P_1=Ca^{0.78}b\sin^{0.22}\varphi_1$$

$$P_2=Ca^{0.78}b\sin^{0.22}\varphi_2\text{。}$$

每一切削刃上的进刀力的水平分力即为

$$P_{1r}=P_1\operatorname{ctg}\varphi_1,$$

$$P_{2r}=P_2\operatorname{ctg}\varphi_2\text{。}$$

由这些公式可以得出結論，即水平分力 P_{1r} 和 P_{2r} 只在切削刃的頂角相等时才相等。

在实际中不可能使切削刃的頂角絕对相等。所以在用多刃鑽头工作时，通常，鑽头是有偏离的。这时多刃鑽头作为深孔鑽削用的工具的主要缺点便在这里。

槍管鑽的結構能保証較好地防止偏离。首先，槍管鑽的方向較可靠。第一个和最可靠的导向物是零位柱心或中心桿，它消除了零切削速度。因此單边切削鑽头上的进刀力比多刃鑽头上的进刀力（40% 由横刃产生的）要小得多。

槍管鑽第二个导向物是承摇稜和定向稜，这些稜不是校正斜稜。

第三个导向物(虽較不可靠)是鑽頂所形成的錐体。

現在研究槍管鑽的鑽孔。与多刃鑽头不同，为了保持鑽孔开始时所得到的方向，必須使施于切刃 A 和 B的进刀力的水平分力不相等(圖 89)即

$$P_{1r} \geqslant P_{2r}。$$

圖 89　槍管鑽的进給力

假設，进刀力分力 P_{1r} 和 P_{2r} 的合力加于切刃 A上。此时鑽头即被压向承擋稜(不是校正斜稜)的一边，而在小直徑的鑽头中，则被压向鑽头的背部表面上，而保存本身的方向。如果力 P_{1r} 和 P_{2r} 的合力加于切刃 B 上，则鑽头被压向校正切刃的一边，此切刃开始取下切屑。因此，和用多刃鑽头时相同，首先产生孔的扩張，然后产生鑽头对槍管軸綫的偏离。

总而言之，每一切刃都随鑽頂位置的不同而取下不等断面的切屑。

$$f_1 = a_1 S,$$
$$f_2 = a_2 S。$$

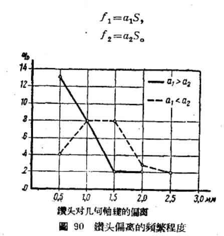


圖 90　鑽头偏离的頻繁程度

由第一近似方程式出發可得:

$$P_1=K_1f_1=K_1a_1S,$$

$$P_2=K_2f_2=K_2a_2S,$$

式中 K_1 和 K_2——切刃 A 和 B 上的單位压力;

S——进刀量，公厘/轉。

必須注意，当 $a_1=a_2$ 和 $\varphi_1=\varphi_2$ 时，不等式 $P_1<P_2$ 即成立，因而 $K_1<K_2$。

随切削速度的降低，切削力即增大(虽然是很少的)。

对于各种槍管鑽，切刃 A 和 B 的切削速度是不同的，即

$$v_{A\ cp}=\frac{3}{4}v_{max},$$

$$v_{B\ cp}=\frac{1}{4}v_{max}.$$

因而 $K_1<K_2$。

为了遵守条件 $P_{1r}\geqslant P_{2r}$，式中

$$P_{1r}=P_1\cos\varphi_1$$

$$P_{2r}=P_2\cos\varphi_2,$$

必須: $a_1>a_2$ 和 $\varphi_1<\varphi_2$。

使槍管鑽头正常工作的(指鑽头偏离方面)这一基本条件是在实际中完全被証实了的。

随鑽头頂角的增大，分力 P_{1r} 和 P_{2r} 減小，因而減小了鑽头的偏离和增加了鑽头的寿命。

圖 90 可作为所叙述材料的插圖，圖上給出了在 $a_1>a_2$ 和 $a_1<a_2$ 时各种槍管鑽鑽头的不同偏离值的頻繁程度。

切削用量的影响 鑽头的偏离可随切削力的改变和冲出切屑的条件而定。

深孔鑽削所采用的切削用量中的切削速度在实际上对于鑽头的偏离並無影响。

例如以 2000~3000 轉/分 的速度用直徑 7 公厘的鑽头鑽深孔时，在鑽头的偏离方面並無任何的不同。

与切削速度不同，进刀量能影响鑽头的偏离。切削力随进刀量的改变而改变，因而它們的水平分力也改变。

另一个更重要的因素是切屑冲出条件的改变，关于这一点已在前面詳細研究过。

第六章　槍膛的鉸孔

§ 32. 槍膛鉸孔工序的一般特性

現在所用之槍膛的鉸孔加工法，是最近（一九三四年）才开始采用的。在此以前，对深孔鑽削后的准备制造膛綫的槍膛表面的加工（而且是切去較多的一部分余量）所采用的工序之一就是所謂的光拔，这工序是用拔光刀拔槍膛表面。

这种工序不但生产率小，而且消耗的时間特别多，因此完成这种工序要求較多的佔較大面积的專門裝备。

槍膛鉸孔的应用前进了一步，并得到一定的經济效果。

槍膛的鉸孔加工可以除去鑽深孔时留下的一些不可避免的缺陷，可以將膛綫加工前的大部分金屬余量切去，并使槍膛表面具有必需的精度和光潔度。鑽孔后留下余量的数值，对槍管来說，一般在直徑上是 0.5～0.7 公厘，并在一定限度內取决于鑽孔时所致的切痕深度和槍膛中心綫的矫正。当制造布郎宁（Брен）机槍槍管时，鑽孔后备作鉸孔的余量值規定約为 0.4 公厘。

当然，在得到精确的和質量好的孔的条件下，用一把鉸刀来鉸去这种数值的余量是不可能的。所以必須使用各种尺寸的鉸刀，依次地进行下列加工：粗鉸、半精鉸和精鉸。

圖 91 及 92 所示为 7.62 公厘口徑的槍膛和布郎宁机槍槍膛的鉸孔总圖，而余量和公差的数值列于表 20 中。

因为以后的每一次鉸孔所留下的余量数值是逐漸減小的，故公差的数值也随着以后每一次的鉸孔而減小；这样就可达到尺寸的精度和槍膛表面高的光潔度。

布郎宁机槍槍膛的余量和公差比7.62公厘口徑的槍膛小些。

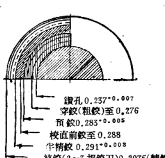


圖 91 步槍槍膛的鉸孔簡圖

这是由于毛坯的最后热处理工作（淬火和回火）使鑽孔工作进行的更好一些的关系。

除了上述鉸孔的基本工序之外，实际上还采用了中間鉸孔，但并不是全部槍管都要采用，而只是其中一部分槍管。当进行这些工序时，应消除槍膛表面上因上道工序所造成的应加修正的缺陷，由此可見这也是一种作好槍膛鉸孔基本工序的准备工序。例如在深孔鑽削后，有时候会产生“狹窄的”槍膛，即为过端量規所不能通过的槍膛。这是由于鑽头工作部分的磨損或由于鑽头磨得不正确而增大了切削部分的錐度所致。在这种情况下，为了消除鉸刀在粗鉸孔时的超負荷，所有带“狹窄的”槍膛的槍管必須予以补充的鉸孔，而且鉸刀的工作尺寸要小于粗鉸孔时的工作尺寸，这种工序叫做“狹窄的”槍管鉸孔。

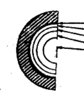


圖 92 槍膛加工簡圖

槍管制造工艺过程中上述基本工序的实行是由于一系列極重要的原因，这些原因在决定其中每一工序在工艺循环中的地位时是很明显的。例如，当制造 7.62 公厘口徑的槍管时，槍膛的粗鉸孔工序必須直接紧跟在深孔鑽削之后，之后是槍管矯正、粗車外圓和热处理。半精鉸孔必須紧跟在槍管的热处理之后，之后再重新矯正槍管，并在个别式样的槍械中槍管要經过一系列的車外圓工序。精鉸孔在形成膛綫前的准备工序之前进行。

这样的鉸孔工序的次序不是偶然的：当車槍管外圓或其个别部位时，以槍膛表面作为基准，以便使外表面与槍膛同心。对槍膛同心的外表面的获得决定于槍膛的直度和它尺寸的精度。因

表 20

工　序　名　称	余量和公差的对比（以公厘計）	
	7.62公厘槍管	7.71公厘布郎宁机槍槍管
鑽孔后的总余量和鑽孔时的公差……	0.63/0.12	0.37/0.075
备作粗鉸孔的余量及其公差…………	0.254/0.127	0.2/0.075
半精鉸孔的余量和公差	0.203/0.076	0.15/0.05
精鉸孔的余量和公差…………………	0.173[1]/0.038	0.02/0.025

此，进行槍管的外部加工之前，自然必須校正槍管。在我們的生产中是根据陰影法测定的弯曲度来校正槍管的，关于这一点在下面將加以詳細的說明。陰影的反射和陰影的輪廓决定于槍膛的表面狀况。因为在深孔鑽削之后，槍膛表面是一种粗糙的带有尺寸相当大的波紋和擦伤的表面，所以按照陰影的性質来确定槍管弯曲的大小和弯曲的部位是很困难的，甚至是不可能的。因而，在校正槍管之前，必須使槍膛表面具有正常的陰影反射所需要的光潔度。对这一点用預先粗鉸孔的方法来达到。此外，这就有可能更好地發現金屬的缺陷和挑选出不合格的槍管。

当进行热处理和以槍膛作为基准来进行其他加工时，由于可能产生变形会使槍膛表面狀态受到損害和使槍管扭曲。因此在进行以下的工序之前，必須校正槍管，而在校正槍管之前必須鉸槍膛。

將三个鉸孔过程合而为一，使得在热处理和車外圓之前便得到最后加工过的槍膛表面，同样地是不合理的。

---

[1] 当被切去的金屬層和公差值順次減小时，要用若干把鉸刀切去余量。

較大口徑的槍膛的鉸孔有些不同，对这一点在下面說明。

英国工厂制造布郎宁机槍的槍管时精鉸是在車槍管外圓之后進行的。

槍膛的鉸孔和鑽孔一样都是"深"孔加工，它和一般机械制造中类似的工序比較起来，在机床的結構、刀具、以及加工条件方面都有着一系列的特点。为了达到尽可能大的生产率和得到光潔的和精确的槍膛，应特别注意切屑的排出和鉸刀中心綫与工件中心綫严格的重合。切屑的不正常排出不可避免的会使表面質量变坏，減低刀具寿命和降低生产率。

在連續鉸孔过程中为了保証切屑从深孔中正常排出，必須將机床配备一些附加的机構和夾具，以使潤滑冷却液能在一定压力下送入，另一方面，須采用最好結構的刀具，这种結構便于液体从槍膛中冲出切屑。鉸刀的構造和鉸孔的方法就是根据这些見解来确定的。

§ 33. 槍膛鉸刀的結構

槍用鉸刀应該符合下列几項基本要求：

1.保証在最高的生产率和足够的寿命下获得所需光潔度和精度的槍膛表面。

2.有可能供給潤滑冷却液。

3.保証能够在鉸刀的齿間"容納"切屑和保証潤滑冷却液能很好地冲出切屑。

4.鉸孔时方向能引导得好。

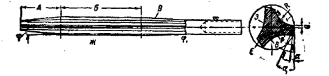


圖 93 鉸刀各部位

5.制造簡單和使用方便。

鉸刀的主要部位（圖93）是：

А——鉸刀的前錐部分（錐头）或进入錐体，在鉸孔过程中該部分进行切削金屬；

Б——导向部分或校准部分；

В——后錐；

Е——刀齿；

Ж——刀刃；

З——溝槽；

γ——齿前角；

α——齿后角；

δ——切削角；

β——齿的楔角；

α_1——齿背角；

a——刃口斜稜；

φ——前錐角；

φ_1——后錐角。

像枪管鑽一样，枪鉸刀的結構是沒有严格規定了的类型的。在实用中枪用鉸刀在齿数、結構和切削部分的几何形狀方面，和在刀桿的構造和它与鉸刀的連接方法方面都是各不相同的。

三齿、四齿（圖94）和五齿（圖95）的枪用鉸刀得到了最为广泛的使用。必須指出，四齿鉸刀仅被使用于个别工厂中并多半用在修理的工序中。从这一点看来必須認为：枪膛的鉸孔基本采用三齿的和五齿的鉸刀。其中使用最普遍的要算是三齿鉸刀。在外国（英国、美国）工厂的实踐中，三齿鉸刀一般都采用在头兩道工序中，即用于粗鉸和半精鉸；在苏联的工厂中，也用它作精鉸孔。

三齿鉸刀的結構能为切屑的排出創造較好的条件，这便促进了枪膛表面質量的改善。因为这种鉸刀的齿有足够的强度，所以在必要时可切去更多的余量。又因为只須按三个点来調整，故所

需尺寸的三齿铰刀制造起来更容易些。

此外还必需指出，三齿铰刀工作时所产生的軸向力和扭轉力矩比用齿数较多的铰刀加工时为小。这种情况在铰 7.62 公厘口徑的槍管时有特殊的意义，因为它可防止铰刀的長而細的刀桿發生显著的变形。

必須指出，奇数齿铰刀的尺寸因为不能用某些量具，例如千分尺来测量，而必須用环規（样圈）来檢驗，所以它們的檢驗方法是受到限制的。

槍管铰刀的切削部分一般由前錐部分和导向部分（或校准部分）組成，此外还会遇到仅有圓錐部分的铰刀（圖94）或帶梯阶式切削部分的铰刀（圖95）。

帶梯阶式工作部分的铰刀实質上是兩个直徑不同铰刀的組合。它們走刀一次能切掉較多的余量，同时能得到比較精确和十分光潔的孔。某一工厂，粗铰时切去的余量可到 0.45 公厘，半精铰时——可到 0.2 公厘，而在研磨孔时則为 0.1 公厘。因为铰时軸向力和旋轉力矩都比較大，所以这些铰刀当铰 12.7 和 14.5 公厘口徑的槍管时用于粗铰和半精铰工序。梯阶式铰刀的应用縮减了所使用的铰刀的总数，但制造起来比較复杂。

为了减小切削力和改善排屑的条件，所以有时候在铰刀的前錐部分上刻出齿紋。

铰刀以前錐部分切入金屬并取下切屑；导向圓柱部分引导铰刀运动的方向，同时使它在槍膛內对准中心，以及修整前錐部分切削时所形成的不平整和粗糙部分。

铰刀的工作，它的寿命和被加工表面的光潔度取决于前錐部分和导向部分的長度。圖 96 所示为在切削同一种余量的金屬，并且进刀量相同时，前錐部分長度不同的兩种铰刀的工作情况。在这兩种情况下被切下的切屑的体积是一样的，但在第一种情况下产生的切屑薄而長，而第二种情况下則短而厚。厚切屑排出比較困难，因此增加了將孔堵塞的可能性。同时前錐部分短的铰刀在切入开始时稳定性比較小，方向引导的也比較坏。

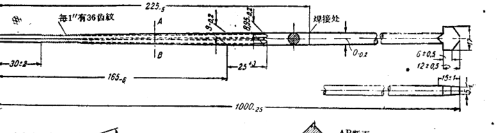


圖 94　鉸7.62公厘口徑的槍管用的四齿鉸刀

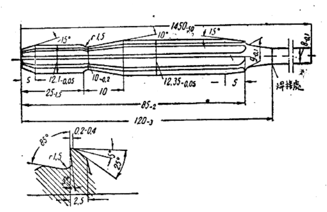


圖 95 鉸 12.7 公厘口徑的槍管用五齿鉸刀

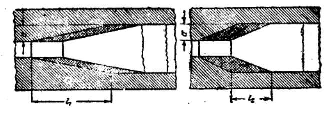


圖 96 前錐部分的長度对鉸刀工作的影响

当切屑薄而長时切削力增加，液体供給切削刃的情形变坏，前錐部分很長时切屑的排出就困难。切削力的增加引起鉸刀的振动，因此表面光潔度便变坏。長刀刃以及帶長錐体的刀刃的磨鋭是困难的。因此非常長的或太短的前錐部分都不好。

根据經驗三齿鉸刀的錐体長度为 $l=(2\sim2.5)d$，式中 d——待鉸孔的直徑。前錐部分的斜角 $\varphi=\sim2°$。

前錐部分上的齿紋（断屑槽）有助于断碎切屑，也就是能改善切削从槍膛中排出的条件。

导向部分的長度也是根据使排屑条件最好、得到最好的表面光潔度和散热条件来规定的。当导向部分太短时，不能消除槍管

弯曲时枪膛表面上的不平部分；此外，鉸刀的导向情形变坏。当鉸刀的导向部分太長时，排出切屑的情形变坏，增加摩擦力，因之也就增加了鉸刀齿的温度，使它的寿命降低，并且当鉸刀退出时使孔扩大的可能性增加。导向部分的長度稍大于 $3d$ 的鉸刀，加工时可得到良好的效果。所以在加工輕机关槍和步槍的槍管时都采用这种鉸刀。

对于 12.7 公厘口徑的槍管，采用导向部分長度小于 $3d$ 的鉸刀，而对于 14.5 公厘口徑的槍管则用导向部分長約 $2d$ 的鉸刀。

鉸刀校准部分的直徑，始終做的比待鉸孔的公称直徑大些，但是比孔的最大極限尺寸要小些，約小 $\frac{1}{3}$ 公差。在某些个别情形下，估計到鉸刀的允許磨損，鉸孔时孔可能的扩張，和鉸刀的制造公差（为待鉸孔公差的 $\frac{1}{3}\sim\frac{1}{2}$，精鉸刀的公差不得超过 10～20 公微），鉸刀的直徑可作得等于孔的最大尺寸。

鉸刀的后錐部分有一个約等于 3° 的傾斜角 φ_1，該角的用处是消除起擦伤的可能和减小鉸刀从槍膛中退出时孔的扩張。考慮到鉸刀与刀桿联結处的强度，后錐部分的長度規定在 $2\sim3d$ 的范圍內或較小些。

鉸刀的刀刃是直的。刃边的寬度为 0.2～0.4 公厘；在某些情况下达 0.8 公厘。鉸刀齿間的槽是平的（圖97）或曲綫形的。平槽表面对齿面的傾角为 135°。

帶曲綫形溝槽的鉸刀，排屑的情形稍为好些，并且在淬火时不致發生裂口。这些鉸刀的齿厚在重磨时变化很小。

溝槽的半徑对 7.62 公厘口徑的槍管来說等于 3.5 公厘，而对 14.5 公厘口徑的槍管来說为 10 公厘。

第一和第二类型的鉸刀的齿后角作成 5°～8°；齿背角——20～30°；齿厚决定于鉸刀的直徑，其値在 4 公厘以內。

帶負前角的鉸刀（圖98）可加工出極精确的孔，但切削很困难，因为它的切削角很鈍。工作时鉸刀像刮刀一样，它能保証得

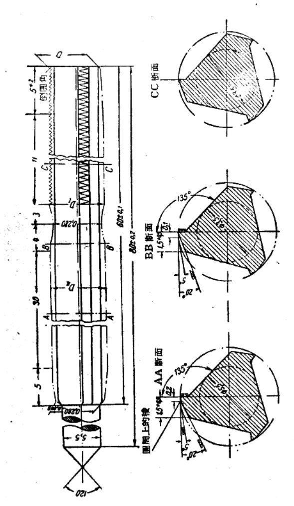


图 97 工厂中制造口径 7.62 公厘的枪管用的三齿铰刀

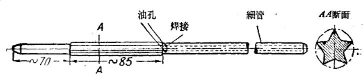


圖 93 五齿鉸刀

到極光潔的表面。这一类的鉸刀都只能切去極小的余量；所以它們仅用于精鉸。在英美的兵工厂中，都采用帶負前角的五齿鉸刀。

鉸刀桿有兩种：一种帶內槽（圖98），一种不帶內槽。

桿的內槽是为了供給鉸刀切削部分潤滑冷却液用的。在桿与鉸刀工作部分接合的地方制有一个側孔，以使液体流出。

当使用沒有內槽的鉸刀时，液体由刀桿和被鉸孔表面之間的空隙中流入。

在第一种情况下，送液体到固定鉸刀的地方，而在第二种情况下，送液体到鉸刀进入槍膛的地方。刀桿內有內槽的鉸刀可保証液体消耗較合理、压力不变和液体較好地流向切削刃。制造帶有內槽的刀桿是較复杂的。

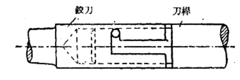


圖 99 鉸刀和刀桿用扣笱接合

沒有內槽的刀桿直徑决定于被鉸孔的直徑，对于7.62公厘口徑的槍管大約为5.8～6公厘，对12.7公厘口徑的槍管大約为10.5公厘，对口徑20公厘的槍管則为17～18公厘。

用焊接的方法或用扣笱（圖99）將刀桿与鉸刀身接合起来。后一方法更适合于鉸大口徑槍管的鉸刀。

前面圖94所示为工厂中称作"齿鑽"的四齿鉸刀的結構。这

种铰刀屬于刃上帶齿紋的錐形鉸刀；齿紋数为每英吋30～36个。鉸刀的断面是正方形，它最大断面上的对角綫小于待鉸槍膛的直徑。鉸 7.62 公厘口徑的槍管用的鉸刀，其切削部分長至200公厘，鉸較大口徑槍膛用的鉸刀其切削部分的長度稍大一些。

进行修理工序和整修槍膛表面时使用这种鉸刀。例如，当制造步槍的槍管时它在下面四种情况下应用：1）在矯正槍管以前

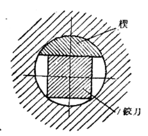
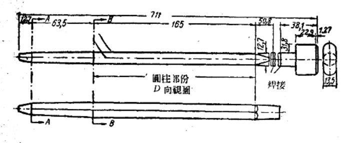


圖 100 帶楔鉸孔



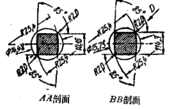


圖 101 四齿鉸刀

用以修正預鉸的孔；2）热处理后清理槍膛；3）第二次矯正以前用以修正槍膛；4）第二次鉸孔后清除气泡。

鉸孔时使用生产中叫做"火柴"的木楔（圖100），將它襯在鉸刀的下面，用时使鉸刀的齿紧貼着槍膛的表面。这样的方法必須承認是十分古老的，而鉸刀的結構是不符合現代化的要求的。

在某些工厂中，当制造最近十来年內所出現的新武器的槍管时，都不采用这种型式的鉸刀。

制造布郎宁（Брен）机槍的槍管，在研磨槍膛时用四齿鉸刀（圖 101）。

§34. 鉸刀的制造

鉸刀一般都是用 У 12A 号炭鋼制成的，但也可以用其他牌号的鋼，特別是 РФ 1 号高速鋼或 ХВ 5 号特种鋼制成。

用高速鋼制成的鉸刀加工出来的孔較不光潔，因为磨銳这些鉸刀比較困难，但同时他們却不易磨損，其寿命大約为 У 12 A 号鋼制成的鉸刀的兩倍，У 12 A 号鋼制造的鉸刀經兩三次的刃磨可加工 10～15 根槍管；ХВ 5 号鋼制成的鉸刀加工的槍管較少。

鉸刀的制造包括下列基本工序：

1）切断，2）車削，3）銑尾部和溝槽，4）热处理，5）磨削，6）磨銳。

热处理对鉸刀的寿命有重大的意义，这可以由表 21 和圖 102 看出来。正确的热处理可保証鉸刀有高的寿命，热处理之后鉸刀应具有 $Rc>60$ 的硬度。

圖 102　热处理对鉸刀寿命的影响

1—在170°C回火，延續一小时；2—在100°C回火，延續五小时；3—在250°C回火，延續二小时。

鉸刀齿的磨銳和研磨是最重要的工序，因为它决定着槍膛被加工表面的光潔度。使用拉卡恩札斯（Арканзас）油石研磨鉸刀刃。

表 21

鉸刀的材料	热处理				切削速度	进刀量	机动时間（分）	加工合格的零件数	試驗的鉸刀数
	淬火溫度 °C	冷却液	回火溫度 °C	回火持續时間（小时）	公尺/分	公厘/轉			
У12A	780—770	鹽水	170	1	4.75	0.855	4	15	6
У12A	780—770	鹽水	250	2	4.75	0.855	4	5	3
У12A	780—770	鹽水	100	5	4.75	0.855	4	10	5
У12A	780—770	鹽水	170	1	9.0	0.513	3.25	15	4
У12A	780—770	鹽水	250	2	9.0	0.513	3.25	6	5
У12A	780—770	鹽水	100	5	9.0	0.513	3.25	17	4
У12A	780—770	鹽水	170	1	6.28	0.855	3.02	24	1
У12A	780—770	鹽水	250	2	6.28	0.855	3.02	6	2
У12A	780—770	鹽水	100	5	6.28	0.855	3.02	18	4

§35. 鉸槍膛的方法

鉸槍膛的方法有兩种：

1）鉸刀拉过槍膛（拉鉸工作）（圖 103）和

2）鉸刀推过槍膛（推鉸工作）（圖 104）。

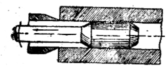


圖 103 拉鉸刀法



圖 104 推鉸刀法

第一种方法鉸刀桿会伸長和扭轉，而第二种方法則会扭轉和縱向弯曲。比較这些变形的时候，必須指出，第二种鉸孔的方法

在这方面是比較不利的，关于这一点可以从下面兩方面来加以說明，一方面，在一切其他条件相同时，扭轉力矩値在这种情况下比較大，因为切削力都集中在鉸刀的末端上；另一方面，当刀桿彎曲时它可能与槍膛的已加工面产生摩擦。

当液体經过刀桿槽或經过刀桿与槍膛表面間的間隙而送入时，在拉鉸时槍膛切屑排出的情况是很好的，因为切屑通过直徑已經增大了的孔而被挤出，并且在它自己的通路上，不会碰到在鉸刀切削处上槍膛变狹的錐体。此外，因为切屑被挤入了已加工过的槍膛中，故發生卡滯时，它不会妨碍鉸刀的正常工作；在这种情况下，鉸刀从切屑中被拉出来。同时当用这种工作方法和整体刀桿时，刀桿直徑必須作得小一些，減小的值为被切下余量的大小，这使減小了刀桿的强度。

当通过槍膛作推鉸时，工序終了后，为使鉸刀退到原来的位置，如果不卸下鉸刀，就必須把它經槍膛拉出来；或者是卸下鉸刀，把鉸刀桿从槍管中拉出来，使他們回到原来的位置并重新把它們裝卡好。把鉸刀拉过已加工过的槍膛可能引起槍膛的表面的損伤；当重新裝卡鉸刀时又会使輔助时間增多，而当重新裝卡鉸刀的方法机械化时，机床的結構便会大大的复杂起来。

当拉鉸工作时，鉸刀的前錐部分朝向刀桿一方；这使前錐部分的刃磨銑起来困难了一些。当采用这种方法时，必定要卸下鉸刀，使刀桿进入槍膛，然后再裝卡好。这些方法都是用手工来完成的，所以大大的增加了輔助时間，而当这些方法机械化时机床的結構便会复杂起来。

在槍械制造中这兩种方法都被采取。在苏联工厂中經常采用推鉸加工法，并利用把鉸刀拉过槍膛的方法使鉸刀回到原来的位置。在英美的工厂中普遍采用拉鉸的方法，并且使用着能使鉸刀的重新裝卡工序机械化的机床。

在苏联工厂中，推鉸一般都从槍管的尾端开始进行的。

在所有情况下，都是由鉸刀作主要运动，而进刀运动则由槍管或是由鉸刀来完成的。当鉸刀作旋轉运动时，因为槍管不旋

轉，所以机床的結構可以簡單化，它的外廓尺寸可以減小并且机床工作較稳定。

§36. 鉸深孔的机床

深鉸槍管用的机床应当符合下列要求：

1. 在一定压力下能不間断地供給滑潤冷却液。

2. 使鉸刀严格地对准槍膛軸心綫。

3. 工作循环完了后，自动地停止主要运动及輔助运动并迅速的將鉸刀轉回到原来的工作位置。

4. 保証槍管的迅速的調換并能允許同时加工若干个槍管。

5. 使用和制造簡便，且外廓尺寸不大。

鉸槍膛用的机床可按下列几点分类：

1）主軸数，2）主軸的位置，3）輔助运动的傳动，4）泵的型式，5）安裝槍管的夾具型式，6）自动化的程度。

鉸槍管机床照例是多軸的。在武器制造中都采用双軸机床（見圖 105），即成对單軸机床，主軸排成一排的五軸和六軸机床以及主軸排成若干排的多軸机床（圖 106）。

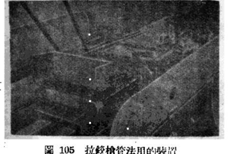


圖 105　拉鉸槍管法用的裝置

提高鉸槍管机床的生产率和減少它們所佔面积的必要性引起了主軸数目趋于增多。最近試制出了一种主軸排成若干排的多軸机床。由于其扭轉力矩不大，故鉸孔时消耗能量不大，并且当在調整得很好的机床上工作时工序完成得比較容易，这些都促使着生产多軸机床。同时完成全部鉸孔工序的時間消耗很多，使得鉸刀的效率不高，这就迫使不断地去尋求鑽深孔后槍膛表面的加工工艺改进的可能性。

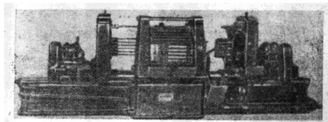


圖 106 鉸步槍和机槍管用的"約翰-巴尔奈斯"液压18軸机床

按照主軸的位置，鉸槍管机床有兩种型式：1.帶卧式主軸的（圖 107）和2.帶立式主軸的（圖 108）。

立式鉸槍管机床的出現和主軸位在若干排上的卧式鉸槍管机床的出現一样，首先是由于企圖增加生产率、减小多軸机床的外廓尺寸和保証迅速的看管机床而引起的。

机床有帶独立主軸的和帶不独立主軸的；在后面一种情况

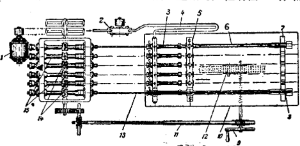


圖 107 六軸鉸槍管机床的簡圖

1—电动机；2—泵；3—鉸刀用的导向套筒；4—管帶（軟管）；5—夾緊槍管用的夾具；6—槍管；7—支架；8—鉸刀；9—工作台的握把；10—活动工作台；11—伸縮軸；12—齿条；13—鉸刀桿；14—蝸輪傳动裝置；15—主軸。

下，主軸由总傳动軸帶动作旋轉运动，如圖 107 所示。这种机床的結構極为簡單，但是当机床上未裝滿槍管时，不能使任何一根主軸停止旋轉；因此机床的总的停歇和能量的消耗都增加了。主軸独立工作的机床可避免这些缺点，但結構要复杂些，因为它們或

者是裝备有傳动机構，或者是每一主軸都裝备有單独的电动机。

依輔助运动的傳动將机床分为齿輪式、液压式、和帶平衡錘的机床。

輔助运动或是傳給槍管，或是傳給內部裝有刀具的主軸头。

在齿輪式机床中进刀时运动速度的变化用变換齿輪來进行，在液压式机床中依靠調整泵的工作來进行，而在帶平衡錘的机床中則用改变重物的輕重來进行。应用最广泛的是第一种类型的机床；第二种类型的机床最近出現于美国的工厂中。第三种类型机床，其結構比較陈旧。在某些机床結構中采用了当切削阻力增加时进刀速度自动減小的机構。

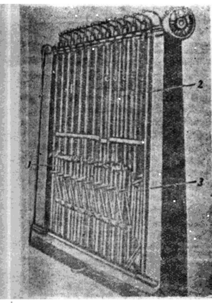


圖 108　鮑斯机器公司的蛟步槍和机槍槍管用12軸立式床

机床上用以供給液体的泵有齿輪式的和槳叶式的。所有机床上泵的工作，照例是与主軸的工作相配合的，即随着主軸的停止旋轉，泵的工作也停止。反之——随着主軸的开始旋轉，泵也开始工作。用这种方法可消除过多地消耗潤滑冷却液的現象。

要达到这一点，下列方法即是一例：在馬达傳給主軸旋轉运动的軸上安一飞輪，靠飞輪的旋轉來帶动泵工作（圖107）。

按安裝槍管的夹具的型式分机床为：1.每根槍管各有一單独夹具的机床。2.多槍管用成套夹具的机床，而且

这些夹具可分为在工作循环中允許更換槍管的夹具（鼓輪形夹具）和式样簡單的夹具——台式夹具。

在鼓輪形夹具中槍管与鉸刀的相对固定可借鼓輪的旋轉而自动地进行，鼓輪是由动力头（Силовая головка）电动机帶动的机構导轉的。

为了消除鉸孔时鉸刀的傾斜和弯曲，当拟定槍管固定在夹具中的方式时，要特別注意槍管軸綫和鉸刀軸綫的重合以及为鉸刀工作时沿槍膛准确行进創造条件。为此，例如采用了能使槍管擺动的鉸接式夹具，或者把引入鉸刀导向套筒中的槍管一端固定，而使另外一端保持自由。在弗里茨-維尔涅臥式鉸槍管机床中采用后一种安裝槍管的方法。

按照自动化的程度，槍管鉸孔机可分为半自动化的和自动化的。在半自动机床中，工作循环中刀具回复运动和重新裝卡都是用手来进行。而在自动机床中（例如約翰-巴尔奈司机床），上述的方法都是自动化的。

虽然自动化使机床的構造复杂了，但生产率得到了显著的提高。

在武器制造中采用着弗里茨-維尔涅，布拉特-維特涅，柳得維格-列維，約翰-巴尔奈司，和鮑斯机械公司的机床（圖108）。

弗里茨——維尔涅机床（圖 107）是臥式的。这些主軸数目不同（5～6）的机床，在兵工厂中采用得最为普遍。圖 109 所示为五軸机床的傳动系統圖。弗里茨-維尔涅机床的特点在于構造簡單和使用方便。

固定在主軸夹具中的鉸刀作旋轉运动，而工作台作进刀运动。槍管在工作台上排成一排，主軸的旋轉运动由电动机經蝸桿傳动装置获得，而前进运动借帶有蝸桿傳动装置的伸縮軸傳給工作台。工作台的回复运动用手借手柄进行。用泵將液体送到鉸刀的导向套筒内。对液体的放入有开关控制。

槍管置在工作台的支架上；这时前端进入鉸刀导向套筒的联接套管中，而后端是自由的，以保証鉸刀对准中心和沿槍膛的准

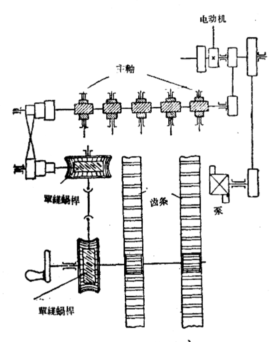


圖 109 弗里茨-維尔温槍管鉸孔机床的傳动系統圖

满运动。槍管的前端用压板和螺栓或用偏心夹具（圖 110）固定于支架上。

鮑斯机械公司的十二軸机床（参看圖 108）是立式的。

槍管 1 固定在与拖架鉸接的夹具中，这使得槍管能够擺动，因此当槍管运动时鉸刀能准确的沿着槍膛运行。

鉸刀 2 夹紧在位于机床上部的主軸的夹头中，并由水平的主动軸經螺旋齿輪获得旋轉运动（500轉/分），每一主軸可單独安置和开动。

帶槍管的拖架向上的工作行程借平衡錘来实现。进刀速度可

在 0.25～0.375 公厘/轉 范圍內調整，并在鉸孔切削抗力增加的情况下，可借特殊夹具自动減小。

用手將拖架从最上面的位置向下放下，并用帶手柄 3 的鎖扣將其鎖住以便更換槍管。

潤滑冷却液被送入主軸并沿鉸刀身流入被加工槍管的槍膛內。

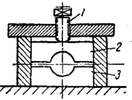


圖 110 槍管前端的固定
1—螺釘；2—夾板；3—支座。

这种机床是專为制造長 800 公厘以下和槍膛直徑在 8 公厘 以 下 的 槍管的。机床的尺寸約为2.35×1.35×3.075 公尺。

約翰-巴尔奈司 液 压十八軸臥式机床（参看圖 106）包括能自动循环运动的兩个液压动力头和安裝在它們之間的多位迴轉夾具，这个夾具在动力头工作循环时間內使可能裝上槍管。

在右动力头上有18个主軸共排成三排，每排六个：第一排是粗鉸用的、第二排是半精鉸用的，第三排是精鉸用的。主軸配备有夾持和轉动鉸刀用的夾头。在左动力头上有同样数目的夾头，也是排成三排，但沒有旋轉运动。

夾具（圖 111）制成八面鼓形的，这种鼓輪在裝定时应使它的上面，下面和后面位于夾持鉸刀的各夾头軸綫上。当右动力头向右运动时，主軸夾住鉸刀并把他們拉向槍膛，此时鉸刀旋轉并鉸槍膛，当左动力头向左运动时，夾头夾住鉸刀并使它們回到原来位置。

右动力头的夾头是液压式的，而左动力头的夾头則是彈簧式的，夾头用以夾住和放开鉸刀的尾端。

机床配备有液压裝置，这种裝置有兩个泵，一个是快速行程用的容量一定的泵，另一个是具有可以調整速度的供工作时进刀用的可变容量的泵。

潤滑冷却液（油）經液压夾头，沿刀桿中的槽引到每一把鉸刀上。油的供应随着主軸的旋轉和停止而开放和停止。

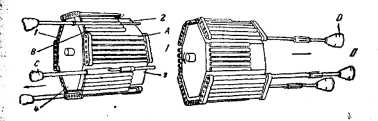


圖 111　約翰-巴尔奈司机床中鉸槍管用鼓形夹具的簡圖
I—工作行程的位置；II—鉸刀沿导管退出的位置。

兩动力头的所有运动和鼓輪的迴轉，皆借电力裝置互相配合。

在圖 111 上概略的画出了鼓形夾具。在它的四面上各排着六根导管 A，在工作行程完了后当鉸刀要回复原位时，管 A 可夾持和引导鉸刀。槍管 B 排在鼓輪的其余四个面上。

上圖 I 中表示鼓形夾具在右主軸头的工作行程中的位置，主軸头的运动方向用箭头表示，夾头 C 沿着槍膛拉旋轉着的鉸刀。鉸刀以所需的进刀速度剛要經槍膛拉出时，主軸即自动停止旋轉。这时用手把夾具轉动 45° 并把鼓輪的三排导管对着鉸刀安裝好。然后右主軸头以快速行程退回；鉸刀进入导管，鉸刀从已停止的右动力头的夾头中松脫出来，再被左动力头的夾头夾住。这时左动力头快速地向左移动，同时使鉸刀回到如圖 II 所示的原来位置。

在鉸刀被左动力头固定在原来位置之后，鼓輪再迴轉 45°，此时几排新的槍管便对着鉸刀安置好。当按开动按鈕时，机床新的运动循环便开始：左动力头迅速的向右行进，同时鉸刀桿部进入槍膛，被右动力头的夾头夾住，在左动力头的夾头松开鉸刀并停止前进后，右动力头得到工作行程，同时傳給主軸以旋轉运动。

在上圖中的位置 1 上进行裝槍管，在位置 2 上进行精鉸，在位置 3 上进行半精鉸，而在位置 4 上进行粗鉸。在裝卸位置上更換槍管可以不必停止机床。

对于粗鉸和半精鉸采用三齿鉸刀，而对精鉸采用五齿鉸刀（參看圖98）。五齿鉸刀前角作成負的，进行鉸孔时起刮的作用。鉸刀的管形桿部被銲接在工作部分上；在銲接的地方作一側孔，以使滑油流向切削刃部。

为操縱机床，机床上备有四按鈕的操縱板。

§37. 鉸孔用的潤滑冷却液

鉸孔用潤滑冷却液的用途、对它的要求和对液体規范的要求都和鑽深孔一样。鉸孔时用的几种液体的成分列举如下：

1. 硫化油

锭子油 ……………………………………89%

亞麻油 ……………………………………10%

硫 ……………………………………1 %

2. 脂油混合物

魚油 ……………………………………50%

亞麻油 ……………………………………50%

3. 油混合物

亞麻油 ……………………………………75%

锭子油 ……………………………………25%

4. 乳剂

头三种液体价昂而又缺乏，因此工厂都以乳剂式的各种各样的代用品来代替。目前乳剂的应用在槍膛被加工表面的光潔度方面还沒有得出良好的結果，但英国兵工業現已采用了乳剂。

根据槍管口徑、刀桿結構和采用的鉸孔方法，在15～45个大气压下供給潤滑冷却液。

§38. 鉸孔的工作規范

鉸孔的工作規范根据經驗来規定，大体如下：进刀量为0.5～1.2公厘/轉，而切削速度为5.5～8公尺/分。

当規定切削用量时，与鑽深孔时一样，必須估計到切屑的排出条件。对粗鉸和半精鉸工序，其进刀量可取得比精鉸时稍大

些。鉸口徑大于7.62公厘的槍管时进刀量的数值可增加。

§ 39. 拉槍膛用的拉刀

槍膛的鉸孔虽然有了一系列技术的改进，但是其效率始終还是相当小的，并且槍膛的表面仍不能达到足够的光潔。鉸孔后在槍膛表面上留下横向的刻綫，虽然这些刻綫是很微小的，但是有了这样的綫就需要进行补充修飾，因为即使是很微小的刻綫和条紋也会降低槍管的寿命，并且影响子彈沿槍膛运动时的导引。当用挤綫冲以压挤的方法压出膛綫时，完全不允許有鉸孔时产生的刻綫，因为由于挤綫冲挤压的結果甚至会使刻綫的不平度反而要加大。所以有时把拔陽綫的工序加入工艺規程中，或有时用拔光刀（圖 112）光拔槍膛，这种拔光刀能消除鉸孔时所形成的横向刻綫和条紋。



圖 112 加工槍膛的簡圖

上述的槍膛鉸孔缺点可用拉刀拉槍膛的方法来消除。采用拉刀可保証生产率高和得到帶光潔表面而沒有横向刻綫和条紋的足够精密的孔。但是运用拉刀来修飾槍膛是很慢的，在国內和国外都是如此。对这一点的解釋首先是：还沒有研究出令人滿意的拉刀結構。

拉槍膛用的拉刀应保証切屑易于排出，冷却液能通到刀齿刃上，有足够的强度和寿命，并能保証被加工表面有高度的光潔度。滿足这些要求是很困难的，特别是在拉口徑为 7.62 公厘的槍管孔的时候。

制造上最簡單的环形拉刀因为不能保証切屑的排出，所以在拉槍膛时都不采用它。

圖 113a 和 113б 所示为武器制造中应用的拉刀中之一种。

这种拉刀的切削部分是由以螺旋綫狀繞在錐形桿上的一条或兩条刃帶組成。圈数为 5；其中三圈是起切削作用的，兩圈是起校准作用的。切削部分按螺旋綫分佈保証了切屑的連續排出和滑

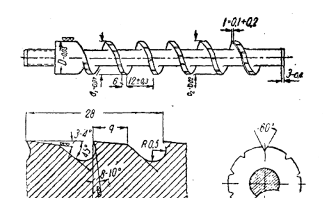


圖 113 a　拉槍膛用的拉刀

潤冷却液充分地通至切削刃。

为了容納拉孔时逐漸增加的切屑体积而兩圈之間的空間要增大起見，同时也为了保証桿心所有断面上都有应有的强度起見，就像切削刃帶按螺縫分佈是必要的一样，桿心的錐度也是必要的。



圖 113 б　拉槍膛用的拉刀

有兩条刃帶的拉刀較为稳定，特别是在进入槍膛开始切削的瞬間。兩条刃帶在直徑上的位置是相对的，所以当切入时不会由于产生切削压力而把拉刀压偏。

为了得到窄狹的切屑，在环形切刃上制有排成直行的断屑槽。断屑槽的数目及其尺寸应能使切屑很容易地排出，并且在槍膛表面上不因断屑槽而殘留条形的痕跡。

拉刀的前部是比較短的圓柱体，当沿槍膛拉拉刀时該圓柱体用以引导拉刀前进，其前端之短栓具有用于与刀桿連接的方螺紋。短栓和螺紋的直徑以計算他們强度的方法来決定。

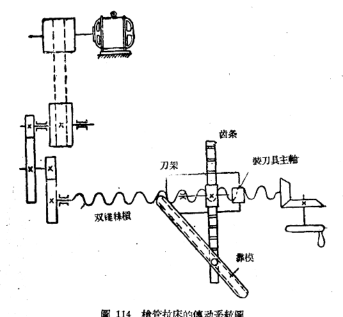


圖 114　槍管拉床的傳动系統圖

在槍管拉床（圖114）上拉槍膛，槍管固定不动，而拉刀按膛綫纏度作前进及旋轉运动。为了把旋轉运动傳給拉刀，机床上有一帶槽的靠模板（安裝成一定角度）。当刀架沿机床移动时，齿条的銷子进入靠模槽內，齿条向一边移动，同时帶动与装刀具主軸相連的齿輪也一起旋轉。

由于拉刀沿螺旋綫旋轉，故不会产生横向刻綫和条紋。

圖 115a 和 115б 所示为应用拉刀来加工大口徑槍膛时的工序簡圖。鑽孔后先用一把或兩把鉸刀鉸槍膛，然后用拉刀来拉孔，而拉刀的数目根据被切去的余量的大小来决定。最后，用刷形拔光刀拔槍膛的表面，切去極小的余量。这样現在以拉刀拉槍膛代替了槍膛的半精鉸和精鉸，是有一定的經济效果的。

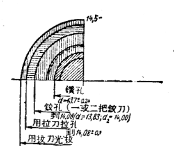


圖 115 a 拉槍膛的简圖



圖 115 б 拉槍膛的簡圖

随着拉刀結構的改进，可放棄生产效能極低的用拔刀光拔的工序。

拉刀結構的設計出来使有可能用拉孔来代替槍管加工时的鉸孔及光拔。用拉孔代替生产率很低的光拔具有特殊的意义，因为可以把生产率提高到 1000%。

对拉孔工序的基本要求在于保証槍膛表面有高級光潔度，而这是现在所未能达到的。拉孔时的表面光潔度主要决定于拉刀齿的几何形狀、拉刀的制造質量和刃磨、切削用量和潤滑冷却液，而这些因素应当根据槍管材料的性能規定。此外，槍膛的表面光潔度在很大程度上是由机床的剛性决定的。

在生产中采用双綫的螺旋形拉刀，它的切削刃形成螺旋綫狀（圖 116 a）。

拉刀的主要部分是：刀柄 1 、导向部分 2 、切削部分 3 、校准部分 4 。





圖 116 a 拉槍膛用的螺旋形拉刀

刀柄部分 柄具有与桿連接（圖 116б）的方螺紋，桿的另一端通常借卡具夾紧在机床夾头內，卡具則进入桿的兩側槽中。

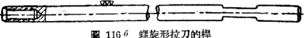


圖 116б 螺旋形拉刀的桿

拉孔时柄部受到最大的拉力和扭轉力矩，因此便要考虑到它的强度，此时拉力可根据一般公式来計算：

$$P = p \cdot a \cdot b,$$

式中 p——單位切削压力（以公斤/平方公厘計），决定于槍管鋼和被切去的切屑厚度，取为 300～500 公斤/平方公厘；

a——切屑厚度，公厘；

b——切屑寬度，公厘。

导向部分 在拉刀进入槍膛时引导其前进的方向，与槍膛形成三級精度的滑动配合。导向部分的長度为槍膛直徑的1～1.5倍。通常拉刀的第一个齿屬于导向部分，这能檢查拉孔前做好的孔的正确性。

在导向部分上作出供搬手用的、在直徑上方向对称的兩个平面，这同时也改善了液体供給条件。

切削部分 用以加工槍膛，切去拉孔工序的余量。这是拉刀最重要的部分，因为整个拉刀的工作質量基本上取决于它的工作。

为了切屑的連續排出，拉刀有兩条螺旋槽，这兩条槽是在万能銑床或切絲鏇床上用帶柄銑刀銑出来的，所以切削刃是按螺旋綫分佈的。拉刀的心桿像麻花鑽头的一样，做成圓錐体的。切削部分的諸元是：螺旋綫的螺距、槽的形狀、齿的角度、各齿的昇量和斷屑槽。

切削刃螺旋綫的螺距取决于切屑的排出条件，主要是創造更

好的切入条件，这可保証工作稳定。

当螺旋綫的傾角 $\varphi=45°$ 时这些条件可以得到保証。

这时

$$H=\pi d \operatorname{tg}\varphi,$$

式中　H——螺旋綫的螺距；

　　　d——拉刀的直徑。

槽的形狀（圖 116 B）对切屑的形成和排出具有重大的意义。所有口徑的拉刀的齿的前角 γ 都取为 10～12°。但关于最有利的前角的問題应在每一个别情况下在加工实踐的基础上根据被加工鋼的性質和切屑厚度来解决❶。

后角 α 取为 2～3°。当后角較大时拉刀工作起来不均匀，这会在槍膛表面上出現"圆环"，后角較小时会增大摩擦。

为了使拉刀工作得好，就必須使切削齿是銳利的，而切削刃是光滑的，且沒有凹口、小崩落和扭曲的地方。

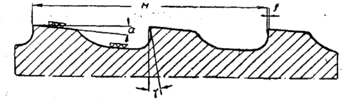


圖 116 B　螺旋形拉刀鑚的几何形狀

在后面上不应当有刃边，因为有了它会使槍膛的表面光潔度变坏。切削部分的直徑向校准部分逐漸增大。

工作部分的直徑之差由拉孔工序的余量決定。

因此切削刃沿本身的全長切去一定厚度的切屑。

$$a=\frac{h}{2\dfrac{L}{H}\dfrac{\pi d}{\cos\varphi}}$$

❶根据研究的結果，把前角减小到 −5° 可以使槍膛的加工光潔度得到改善。此外，在这种情况下，寿命也有所增加。

或，代入螺旋綫的螺距的值时，

$$a=\frac{h}{2L}\sin\varphi,$$

式中 a——切削厚度;

h——拉孔工序的余量;

L——切削部分的長度。

切屑厚度取为 0.01～0.03 公厘。

为了使拉刀易于工作，在切削部分上作断屑槽，一般作成半圓狀的，它們把切屑断成許多部分，改善了切屑的排出。因为拉孔时，拉刀除了作前进运动外，还有旋轉运动，因此，断屑槽按直綫分佈。

校准部分 用以修整槍膛并給予槍膛最后的尺寸。

它与切削部分的区別在于：它的直徑在全長上都是一致的而且等于被拉槍膛的最后尺寸。校准部分的特点在于：在后面上有刃边，这在切削部分上是不容許有的。

校准刃边的寬度取为 $f=0.3\sim0.5$ 公厘，并在全部長度上应一致。校准部分的后角較小，取为 1～2°。

在校准齿上沒有断屑槽。

拉刀由各号高速鋼制成。

为了提高拉刀寿命，拉刀經热处理和最后机械加工后应进行氰化，氰化槽的含氰量在 30% 以下，氰化温度为 530～550 °C，延續时間为 6～10 分。

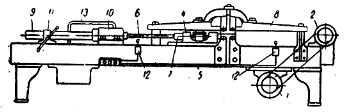


圖 117 a 基尔基茲工厂的拉床总圖

拉削工序在螺絲拉床上完成。圖117а和117б所示为一种拉口徑20～23公厘的槍管的机床的总圖和傳动系統圖。

机床外廓尺寸为6600×1300×1100。

刀架的最大行程为2000公厘。

頂尖高为90公厘。

拉力为8吨。

工作行程速度为1.8公尺/分。

电动机N=6仟瓦，n=1000轉/分。

机床配备有齿輪泵。

机床由固定在床身上的电动机1帶动，并由三角皮帶經蝸輪減速器2把运动傳給絲槓3。在帶有蝸桿的一根軸上裝着兩个速度的变向离合器，以保証提高空行程的速度，这便大大地減少了輔助时間。絲槓在固定于刀架4中的螺母中旋轉，同时刀架沿着床面导軌5移动。

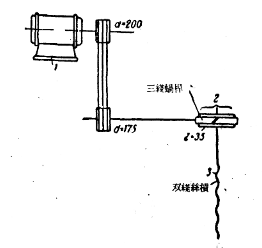


圖 117б 基尔基什工厂拉床傳动系統圖

为了在挤压膛綫工序以前使槍膛表面得到改善，拉刀 6 以其刀桿固定在卡头 7 中，同时它借靠模尺 8 而获得旋轉运动（每轉一轉的路程等于槍膛膛綫一纏度），情况和压膛綫机床中所描述的相似。

槍管 9 的尾部插入固定在机床上不动的支架 10 的夾头中；槍口的一端用虎鉗 11 夾住。在工作行程和空行程終了时，刀架自动地停止在由电开关 12 所定的位置上。

由泵压上来的液体沿輸送管 13 进入支架 10 的空处，然后經过槍膛壁和拉刀的导向部分之間的間隙流到切削刃上。

一般都采用含有乳剂 20～30％的乳狀液作为冷却液。

現在正在进行以螺旋形的拉刀在槍膛內形成膛綫这一工序的試驗，这种拉刀的导向部分与槍膛的形狀一样（圖 117 в），而工作部分和校准部分都做有与膛綫寬度相等的齿，这些齿的位置根据膛綫的纏度而錯开。

在美国工業中，为拉膛綫采用刀齿按螺旋綫分佈的环形拉刀，螺旋綫的螺距相当于膛綫的纏度。

为了切去余量，在光拉中，特別在用拉刀拉膛綫的工序中都采用組合拉刀。

在上面所研究的拉床上工作，由于很多时間消耗在更換拉刀

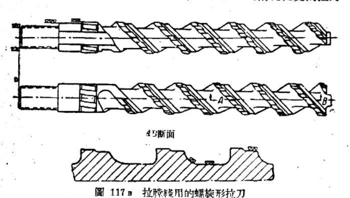


圖 117 в 拉膛綫用的螺旋形拉刀

上，故生产率很低，这些拉刀的应用次序根据它們的尺寸来决定。

此外，当拉削时，由于工作不安定，上述机床不会促进槍膛表面光潔度的改善。

拉旁特公司制出拉膛綫用的特种机床，拉削是用五把自动調換的拉刀来依次进行的。五把拉刀同时拉五根槍管。这些机床也用来光拉槍膛以代替鉸孔工序。机床配备有主要运动用的和輔助运动用的液压傳动裝置。

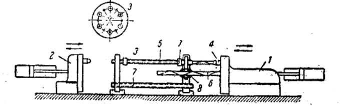


圖 117г　拉旁特（Лапойнт）公司的六軸槍膛拉床簡圖

机床的主要部分（圖 117г）是：床身、車头 1、尾架 2 和迴轉夾具 3。車头有六个固定拉刀用的卡头，这些卡头按圓周排列，当車头向右移动时拉刀作主要运动，而当向左移动时作拉刀安裝运动。尾架完成拉刀的安裝运动。

迴轉夾具为鼓輪形，它有六个安裝和固定槍管 5 用的位置，当拉削时这些槍管作相当于槍膛膛綫纒度的旋轉。槍管的旋轉借开有螺旋槽的中央軸 6 和帶动空心夾头 7 旋轉的齿輪傳动裝置来实现。鼓輪上固定槍管各位置之間有六个專用的中間导管 7，这些管在拉刀作安裝运动时引导拉刀。机床工作按下面的次序进行。

借夾头 7 安裝和固定五根槍管，此时車头和尾架位于最后的位置（最左边）。在尾架夾头中固緊着五把拉刀（按尺寸次序排列）。

当車尾向前面的位置（向右）运动时，拉刀桿通过槍膛到車

头夹头的一边，这时，当其尾部进入車头的夾头中时，尾架上的凸輪就作用到开关上，因此推动了关閉拉刀的机構。与此同时車头开始向右移动，从而使拉刀作主要运动。当車头运动时开有螺旋槽的軸迫使螺母 8 旋轉，并且經齿輪傳动系統使槍管旋轉，它的旋轉速度相当于槍膛膛綫的纒度。工作行程完了后，帶槍管的鼓輪迴轉$\frac{1}{12}$轉，这样拉刀就安装在导管 7 的对面，此后車头开始向左运动。这个运动繼續到尾架的夾头夾住拉刀，且使与尾架一起向左移动的拉刀由迴轉夾具的导管內出来为止。

鼓輪在拉刀出来后，再迴轉$\frac{1}{12}$轉，然后重新开始工作循环。

第七章 膛綫的形成

§40. 膛綫形成的方法

在槍膛內形成膛綫的工序是最重要的工序之一，因为在它完成之后，槍管即获得槍膛断面上具有所要求精度的最后尺寸，必要的槍膛表面光潔度和膛綫所要求的纒度。因此必須特別注意地来进行准备工序、調整机床和修整工具。

形成膛綫工序前的准备以及槍膛膛綫部分的精加工的最后几个工序都决定于所采用的形成膛綫的方法。在現代的武器制造中，采用兩种原理上不同的形成膛綫的方法：拔膛綫法和挤压膛綫法。

第一种方法是用切下切屑的方法得到膛綫；而第二种方法是使金屬發生塑性变形来得到膛綫。用挤压法形成膛綫是在最近几年內研究出来的，并得到普遍的应用，它是生产率最高和最經济的方法。

§41. 拔 膛 綫

拔膛綫采用拔綫刀或拉刀。

根据所采用的刀具，而把形成膛綫的工序称为用拔綫刀拔膛

綫或用拉刀拉膛綫。

拔絲刀按結構分为鈎形的和刷形的兩种。鈎形拔絲刀采用得比刷形拔絲刀为早；最初是制成一把刀片的（鈎），后来才制成二把刀片的。

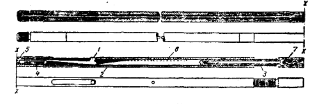


圖 118 鈎形拔絲刀

一个刀片的鈎形拔絲刀的構造如 118 圖所示。它的主要零件是：鈎形刀 1、楔 2、移动楔用的机構 3、錐体 4、錐体的彈簧 5、裝置拔絲刀全部零件的管子 6 和拉桿 7。进刀由楔来实現。当借助于机構 3 把楔向刀头方向移动时，刀头就上昇，其切削部分露出管子表面的大小由被切去的切屑厚度决定。帶彈簧的錐体在拔絲刀回行时，用以放下刀头，以便消除切削刃对表面的摩擦和減小它的磨損。当拔絲刀回行时彈簧推錐体压于鈎形刀的尾部，因此它的切削刃便进入管中。

單鈎拔絲刀沿槍膛运动时鉋出一条膛綫。因此在每一走刀后須轉动槍管，以便切削刃以同样的露出部分鉋下一根膛綫。沿全部膛綫走刀一遍后进行徑向进刀（决定切屑厚度），而工作循环一直重复到形成一定深度的膛綫为止。这些工作条件决定了單鈎拔絲刀的極低的生产率。在苏联的兵工業中这种工具現已不用，而在英国的兵工業中当制造物郎宁机槍槍管时却仍然采用❶。

用拔絲刀拔膛綫时采用拔絲机（圖119），在此机床中槍管 1 固紧在配备有分度环 2 的車头中，槍管借此环在每条膛綫走刀一

❶ 参看外国技术的評論，兵工制造工艺学苏联国防出版局一九四一年第一版。

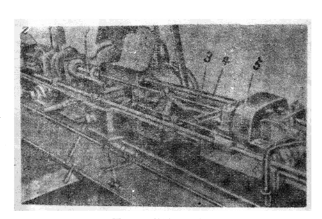


圖 119　拔膛綫的裝置

遍后迴轉 60°（槍膛中有六条膛綫）。拔絲刀的拉桿 3 夾紧在完成往复运动的滑板 5 的夾头中。刀具沿螺旋綫的旋轉运动是借助于具有螺旋形槽的靠模桿 4 和齿輪偶傳給的，此齿輪偶中的一个是齿条按滑动配合裝在靠模桿上，而另一个与拔絲刀剛性地連接在一起。第一个齿条有进入靠模槽內的銷子；当沿靠模运动时銷子在槽中滑动，因此齿条移动并使裝在拔絲刀上的第二齿輪也随着旋轉。工作是利用拉的方法进行的，此时拔絲刀承受拉伸和扭轉的作用。膛綫照例从彈膛的一方切起。

必須指出，当利用鈎形刀切削时每次进刀后切削角和后角都有变化。

刷形拔絲刀（圖 120）由管子 1、楔 2、拉桿 3 和刷刀片 4 組成。在槍膛內拔膛綫一般都采用八个刀片。

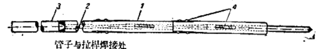


圖 120　刷形拔絲刀的圖

拔絲刀的管子（圖 121）是基本零件，在它上面裝配着拔絲刀的其他零件，当拔膛綫时拔絲刀的管子受到拉力；所以它要用槍管鋼来制造，一般都用报廢的槍管进行热处理（硬度 $R_c=45\sim50$）制成。

管子外表面要磨过，而且它的外徑应等于前一工序后的槍管孔的直徑；按基孔制松轉合座 $Ш_3$ 配合，以保証管子在槍膛中的自由移动和很好地引导拔絲刀运动。管子的長度由裝在里面的刀片的数目和尺寸来决定。裝刀片的孔口之間的距离决定于在一次走刀中所拔的膛綫数和膛綫纏度。例如：裝八把刀片的、每走刀一遍拔八条膛綫的管子，孔口間的距离等于膛綫纏度的 $^1/_8$，同样的結構，但在一次走刀中拔四条膛綫的拔絲刀，其孔口之間的距离也等于膛綫纏度的 $^1/_8$，此时每条膛綫由兩个刀片形成。

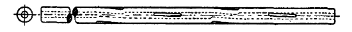


圖 121 拔絲刀的管子

圖 122 所示为八刀片拔絲刀切八条膛綫时在一个工作行程中形成的溝槽配置圖。在所画的簡圖中分佈在圓周外面的長方形，表示拔絲刀第一遍走刀后溝槽的位置，而圓周內部的長方形表示在拔絲刀沿螺旋綫前进 $^1/_8$ 纏度的情形下刀具的相互位置。圖123 所示为拔絲刀的楔及其平面的配置。

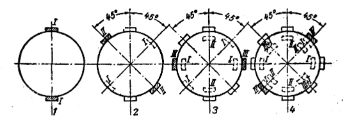


圖 122 溝槽配置簡圖

刀片的孔口沿螺旋綫切出并与槍管軸綫成一定的傾角。为了

避免切屑落到梳刀下面楔的傾斜面上，取管子上口的寬度和長度等于刀片的寬度和長度，它們的配合按照二級精度滑动配合($\frac{A}{C}$)确定。

因为彼此之間是有位移的（对所研究的第一个例子位移 90°，对第二个例子 45°），各孔口沿螺旋綫而与槍管軸綫構成某一个角度 θ 分佈的。此时角 θ 不是孔口分佈的螺旋綫的傾角，而是刀具縱向軸綫对拔絲刀管子軸綫沿着管子外徑上的螺旋綫在通过管的縱向軸的平面上的投影的傾角。

裝楔的管子內孔应严格地与外表面同中心。

拉桿焊接（气焊）在拔絲刀的一端上，其直徑比管子外徑

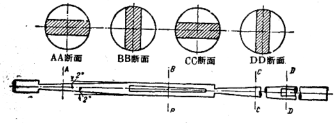


圖 123 拔絲刀的楔

小 0.1～0.2 公厘。拉桿的長度应这样选擇，使得拔絲刀管完全通过槍膛时拔絲刀的夾鉗不应达到槍管的端部。

拉桿用沒有經过热处理的 50 号鋼制成；它应严格地成一直綫。

楔是刀片的支承并用于拔絲刀每一次走刀后按待切下的切屑厚度进刀。沿楔作出裝置刀片的平面切口，其沿螺旋綫分佈的情



圖 124 拔絲刀的刀片高度的求法

况与拔絲刀管中的孔口相似。

平面的傾角为 1°30′～2°。在这个角度下，在鉋刀每一次走刀后可以較好地对用以昇起刀片的楔的自动进給进行調整。这种进給是不太劇烈的，此外，楔的断面尺寸 a （圖 123）对滿足强度条件来說是足够的。

为了使楔在管中均匀地运动，楔和管使用轉合座三級配合（X_3）。楔用冷拔金屬来制造——即用含碳 1.05%沒有經过热处理的銀亮鋼来制造。裝置刀片的平面的光潔度应該予以特别注意。

拔絲刀的每一个刀片由底座和二个刀口組成。用二个刀口时，刀具的寿命可以提高并可得出比較光潔的膛綫表面。刀片的寬度做得与膛綫的寬度相等，而它的長度大致为膛綫纏度的$^1/_{16}$。底座厚度的尺寸应这样計算：就是当刀片完全被楔昇起时，底座的頂面不致露出管子的外表面，并当挖去一部分后，底座（特别是在它薄的一端）不致被削弱，以免刀具的損坏，对刃口挖去一部分金屬是为了增加重磨的次数和很好地排出切屑，挖下部分的角度为 8～10°。

刀片的总高度根据被切槍膛的直徑决定（圖 124）。

一般認为刀片在楔的平面上离台肩約 2 公厘的地方为刀片在楔的平面上的起始位置。

由此$x=2\text{tg}\alpha$；$y=l_{\text{ш}}\text{tg}\alpha$。

楔的切口处留下的厚度將是：

$$a=d-2y。$$

如果用 D_{K} 表示拔膛綫前的槍膛尺寸时，可得到刀片的总高度

$$H=\frac{D_{\text{K}}-a}{2}-x。$$

在拔絲刀沿楔进給長度 l 后將得出沿膛綫的槍膛的最后尺寸D_{H}

$$l=\frac{D_{\text{H}}-D_{\text{K}}}{2}\text{ctg}\alpha。$$

刀片底座的厚度应是这样的，使刀片完全向上昇起时，底座

不露出于管的外表面之外，即从管的軸綫到刀片底座的距离不大于

$$\sqrt{\frac{D^2-b^2}{4}},$$

式中　D——拔絲刀管的外徑；

　　　b——膛綫的寬度。

刀片底座在薄的一端的最大允許厚度將是

$$h_1=\sqrt{\frac{D^2-b^2}{4}}-\frac{d}{2}。$$

底座厚端的厚度是

$$h_2=h_1+l_{\text{Ш}}\mathrm{tg}\alpha。$$

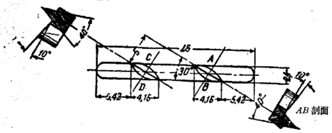


圖 125　拔絲刀的刀片

圖 125 所示为 12.7 公厘口徑的槍管用的拔絲刀中的刀片的結構。

刀刃的楔角为 40°；在这里前角是負的，而切削角大于 90°($\delta=110°$)，因此刀具是刮金屬，而其切屑是極小的絨毛狀切屑，即刀具的工作起刮的作用。刀刃对刀片軸綫的傾角，30°和楔角的最有利数值是根据研究規定的。

最近，在某些工厂中为了改善膛綫表面質量，当切削刃的楔角 $\beta=90°$ 时，把刀刃的切削角增大到 $\delta=135°$。为了刀片彈性的工作，在刀片的底座和楔的平面之間放置里面帶有不浸油的薄紙

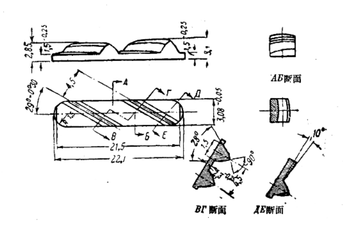


圖 126　在12.7公厘口徑的槍管中切膛綫用的刀片

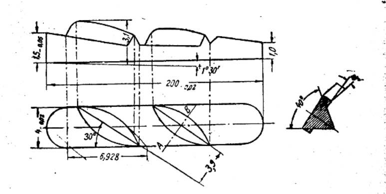


圖 127　在7.62公厘口徑的槍管中切膛綫用的刀片

的金属襯垫。这与最后精車的彈簧刀起着大致相同的作用。圖126所示为用来在 12.7 公厘口徑的槍管內，切膛綫（八条膛綫）的刀片的尺寸和外形，而圖 127 所示为在 7.62 公厘口徑的槍管中切四条膛綫纏度为 240 公厘用的刀片的尺寸和外形。

刀片用 FKC、XB5 和У12A 号的鋼制成。对刀具寿命、較小的廢品率和表面光潔度方面效果較好的要算是 FKC 号鋼，其次是 XB5 号鋼。所以最好是采用含鉻 0.5% 和含鎢 7.33%的 FKC 鋼来做刀片。把刀片进行热处理（淬火和低温回火）之后，它們的硬度是 Rc＝64～67。

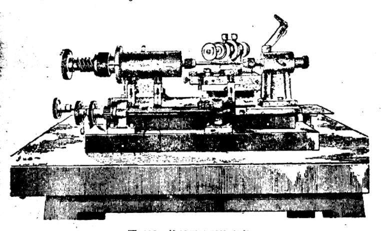


圖 128 拔絲刀的刀片磨床

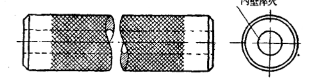


圖 129 檢查拔絲刀的量規（"小筒"）

当磨刀时，为了提高寿命和消除塌口，在刀鋒上作出宽0.02～0.05公厘的斜稜。修整刀刃是用 Индия 和 Арканзас 型的油石，多半是用手来作，因此角度和外形的精度决定于工人的經驗。膛綫表面的狀况可作为刀刃用鈍的标准。

在最近几年里一家瑞士公司設計出了一种磨刀片的机床（圖128）。

在刀刃磨銳和砥磨后裝置起来的拔絲刀用管狀量規（圖 129）来檢驗，此时要特別注意所有刀片的刀刃露出量的均匀。

§ 42. 用拔絲刀拔膛綫的拔絲机

用以在槍膛中拔膛綫的机床依主軸的配置有臥式和立式之分。第一种多半是單軸或双軸的，而第二种是多軸的。

为了提高生产率、改善管理条件和減小机床所佔面积，創造了立式多軸机床。

根据靠模的型式，机床可分为：1.帶平板形靠模的，2.帶螺旋形靠模的，3.帶裝有螺旋槽的靠模桿的。



圖 130　布拉特-維特涅拔絲机总圖

现在，应用得最为普遍的是布拉特-維特涅、戴蒙德（Даймонд）、巴里干-馬尔（Баррикан-Мар）、烏德穆(Удмурт)帶平面靠模的双軸卧式拔綠机，这些机床在結構上稍有不同。

在拔綠机的各种結構中，刀具（拔綠刀）沿膛綫的螺旋綫作往复运动和旋轉运动，而槍管固定在夾具中，此夾具在拔綠刀每兩次行程后迴轉一定的角度，角度的大小由膛綫数目和所采用的切削方法决定。

自工作行程到空回行程的轉換是自动地进行的；在某些机床中（較新的結構）空回行程比工作行程的速度大一倍。

为了得到所要求的进給量，楔在拔綠刀管中的移动也是自动进行的。

拔綠机的自动化使一个工人能同时看管若干台机床，因为此时只須注意清除刀具上的切屑和用量規儉驗槍膛的尺寸，以便决定切削的終止时間。

布拉特-維特涅机床（圖130）是拔膛綫用的最老式也最受欢迎的机床，可用以下数据表示它的性能：

机床輪廓…………………………… 4100×1300×1300公厘
可拔膛綫的最大長度……………………………………750公厘
可拔膛綫的最大纏度……………………………………440公厘
可拔膛綫的最小纏度……………………………………160公厘

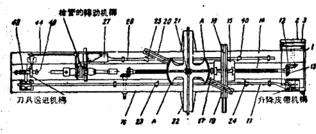


圖 131　布拉特-維特涅拔綠机的簡圖

这种机床的主要部分和机構是：床身、床鞍、床鞍的傳动裝

置、床鞍的工作行程和空回行程的换向机構、靠模、固定和迴轉槍管的机構、拔絲刀楔的送进机構。

机床（圖 131）由馬达利用兩条皮帶，即正行皮帶和反行皮帶（交叉皮帶）的傳动而获得运动。根据这一点有三个从动皮帶輪：輪1——正(工作)行程，輪 2——反(空回)行程和輪 3——空轉皮帶輪。当机床工作时一根皮帶应在空轉皮帶輪上。为了使床鞍的运动換向，由專門机構（圖 132）来变換皮帶。这种机構由交叉皮帶的叉子 4 和直皮帶的叉子 5 組成，它們的肘形拉桿的尾端与銷子 6 和 7 連接。此外裝在板10的槽內的活动小輪 8 和 9 与叉子的拉桿連接。当与拉桿11連接的板10向右运动时，由于定形槽和活动小輪的相互作用，活动小輪被向上移动（对圖而言），而当板向左运动时叉子向下移动，同时移动皮帶：在第一种情况下——从空轉皮帶輪 3 把交叉皮帶移到反行程皮帶輪 2 上，而从工作皮帶輪 1 把直皮帶移到空轉皮帶輪 3 上；在第二种情况下——即为起初的位置。

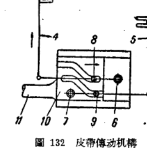


圖 132 皮帶傳动机構

运动从从动輪經錐齿輪 12 和 13 傳給絲槓 14。机床的絲槓借不开口螺母与床鞍15永久結合，將前进运动傳給床鞍，运动的速度依下式求得：

$$v=n_{M}i_{p}i_{3}t_{x}a,$$

式中 n_{M}——电动机每分鐘的轉数；

i_{p}——皮帶傳动的速比；

i_{3}——錐齿輪傳动的速比；

t_{x}——絲槓的螺距；

a——絲槓的綫数（即多头螺紋的头数）。

工作行程和空回行程的速度相同，一般为 6～7 公尺/分。

机床的床鞍携帶主軸沿床面导軌16移动，在此主軸的一端裝着夾紧拔綫刀拉桿用的卡盤17，而在另一端上用鍵裝上与齿条18永久嚙合的圓柱齿輪。

在双面机床中構成齿輪的齿直接切在主軸上(圖 133)。

为了能够按齿輪与齿条的齿的磨损程度来消除所产生的間隙，一般齿条做成可以相互移动的二部分。

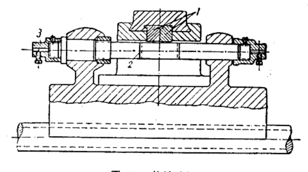


圖 133 拔綫刀座

1—齿条；2—齿輪；3—拔綫刀卡头。

在齿条的頂面上裝着进入靠模板 20 的縱槽內的銷子 19 (圖 131)，此靠模板用螺栓 21 連接在机床的固定支架 22 上。靠模板的位置由它对机床軸綫的迴轉角度所决定，此角度与槍膛膛綫的螺旋綫的傾角相对应。它是按刻在支架的平面A上的刻度来确定。

因之当床鞍前进运动时齿条完成兩种运动：一种是与床鞍一起作由絲槓获得的縱向运动，另一种是作由靠模板获得的垂直于第一种运动的运动。因此，主軸也完成兩种运动：前进和旋轉运动——由齿条經齿輪获得。

前进和旋轉运动間的相互关系应能使拔綫刀描划一条螺旋綫，其螺距等于槍膛膛綫的纒度。为此，必須把靠模板对机床軸綫安裝成一角度α，此角按下式决定：

$$\alpha=\mathrm{arctg}\frac{z\pi m}{S},$$

式中　z——固定在床鞍 15 的主軸上的齿輪的齿数；

m——齿輪和齿条的嚙合模数；

S——槍膛膛綫的緲度。

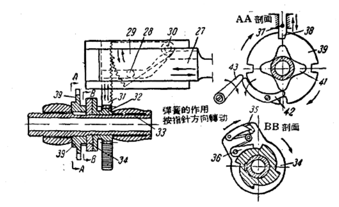


圖 134　迴轉槍管的机構

由膛綫緲度的公差值决定的 α 角的公差是：

$$\delta\alpha=\mathrm{arc\ tg}\frac{z\pi m}{S_{min}}-\mathrm{arc\ tg}\frac{z\pi m}{S_{max}}。$$

床鞍运动的反轉机構借安裝在拉桿 11 上的擋鉄 23 和 24 帶动。擋鉄 23 和 24 是这样安裝的，即在工作行程或空回行程中，当拔絲刀的刀刃完全露出于被切綫的槍膛的瞬間床鞍剛好頂在擋鉄上。

在床鞍每一往复行程之后，由專門机構使槍管迴轉，当床鞍向左运动（空回）时碰到固定在拉桿 26 的擋鉄 25 上，因此拉桿与平板27一起开始向左移动。在平板的曲綫槽（圖 134）中裝着繞軸30 迴轉的扇形齿輪 29 的銷子 28。齿条 31 与扇形齿輪 29 嚙

合，齿条的縱向移动引起自由安裝在空心套筒33上的齿輪32的旋轉。被切膛綫的槍管被插在套筒內并固定起来。齿輪 32 帶动圓盤 34 旋轉，圓盤 34 与齿輪 32 連接在一起或構成一体；在圓盤34上固定着兩个爪 35 和 36。当圓盤迴轉时爪 35 的斜平面对梢釘 37 施以压力并使止动銷38上昇，同时使它脫离与圓盤39的嚙合。这时圓盤 39 被爪 36 迴轉。圓盤 39 迴轉終止后止动銷 38 便进入圓盤上的下一个缺口里（一般四个缺口彼此成 90°），并將圓盤的位置固定。因为圓盤39在套筒上固定不动，所以轉动套筒，并使槍管与它一同迴轉。槍管轉动的瞬間与床鞍自空回到工作行程运动的轉換相当。

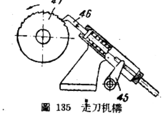


圖 135 走刀机構

当工作行程时床鞍架在其路途上碰到擋鉄40，因此扇形齿輪、齿条和帶圓盤34的齿輪都返回自己的最初位置。

与槍管的迴轉同时，拔絲刀刀刃在專門的进刀机構的作用下被推进一定的深度。

在圓盤 39 的后面裝着与套筒連結的星輪 41，它通过槓桿 42 和 43，拉桿 44 和槓桿 45 把摆动傳給棘輪 47（圖 135）的爪 46。在棘輪中擰入一个裝在鍵上的并仅能作直綫移动的螺桿48。当棘輪旋轉时螺桿被移动一定之値。拔絲刀的楔在运动終止时碰在螺桿头 49 上，因此被推入拔絲刀管內，同时使刀片上昇相应的数值，此值可按下式求得：

$$h=\frac{z_c}{z_x}t\cdot\operatorname{tg}\beta,$$

式中 z_x——棘輪的齿数；

z_c——棘輪送进的齿数；

t——螺桿 48 的螺距；

β——楔的平面的傾角。

上面所談到的拔絲机是用于帶偶数膛綫的槍管加工。帶奇数

膛綫的槍管加工用的机床所不同的仅是移动刀片(刀刃)的机構。

包契(Bauch)机械公司拔步槍膛綫用的立式十二軸机床的特征在于：拔絲刀头以12公尺/分的速度向上移动，同时在靠模板和齿条傳动裝置的作用下作旋轉运动。向下的返行程以24公尺/分的速度进行。当拔絲刀回至原来位置时，槍管被迴轉90°（在四条膛綫时），以便形成下一条膛綫。

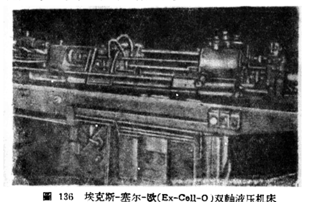


圖 136　埃克斯-塞尔-欧(Ex-Cell-O)双軸液压机床上拔机槍槍管膛綫用的裝置

分度机構与調整刀具到切削深度的机構在运动上是互相联系的。

机床由7.5馬力的电动机帶动，佔面积3.4×0.9公尺。

埃克斯-塞尔-欧（美国）液压臥式双軸拔絲机有以下特点：即每个拔絲刀头与它的絲槓連接。絲槓的螺距等于膛綫的耦度。往复运动借液压傳动裝置傳給拔絲刀的滑板。当前进运动时各絲槓（也就是拔絲刀头）同时也得到旋轉，这是因为在兩个絲槓穿过的固定軸承上的滚子进入螺旋形槽內之故。

在拔絲刀每次走刀之后槍管借分度机構（圖136上右面）迴轉一个角度，此角之值由膛綫数目决定。被鈎形刀切去的切屑的厚度为7.5公忽(μ)。拔絲刀从槍管出来后走到刷子下面，此刷子由电动机帶动旋轉把鈎刀上的切屑清除掉。

§ 43. 切削用量和潤滑液

由于兵工厂所进行的研究的結果，确定了保証所需要的膛綫表面光潔度、最大生产率和零件最小的成本的最有利切削速度(对上面所研究过的拔綠刀的結構和材料来說)是：当进給量(3～4个棘輪齿)$S=0.00288\sim0.00384$ 公厘/双行程时 $v=6\sim6.5$ 公尺/分。

增加切削速度会使廢品和退修品大大增加。

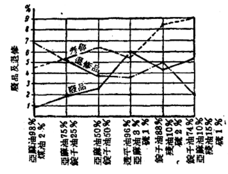


圖 137 冷却液对廢品率和退修率的影响

为了得到較光潔的表面，在切出所需深度的膛綫以后，拔綠刀作若干次不进給的行程，以消除全部殘余的不平度。

在某些工厂中，为了提高生产率而采用了进刀量的增減調整法。当开始切削时把进給量定为兩个棘輪齿，然后增大到五个齿。当膛深度接近規定深度时，进給量自动地減小到零。但这种方法并不能补償机床上增加附加設备的費用。

在工厂中，采用能保証得到光潔表面的植物油作为潤滑冷却液已有很久了，但由于这种油的缺乏和比較昂貴，就要求去寻找这种油的代用品。

圖 137 所載为切削时所采用各种液体的資料，圖中縱座标表示廢品、退修品和以假定單位計的拔綠刀寿命。

拔膛綫后，用刷形拔綠刀在原来的那些机床上鉋陽綫。用于

鉋陽綫的拔絲刀刀片的寬度比陽綫的寬度稍大些。

§ 44. 用拔絲刀拔膛綫的主要缺点

当拔陰綫和陽綫时有如下主要缺点：

1. "条紋"，即縱向擦痕（与拉伸时的髮裂相似），产生这种縱向擦痕的主要原因是金屬屑粘在拔絲刀的切削刃上。

2. "粗划痕"，它照例会造成廢品，其产生原因是由于切削刃的剝落。

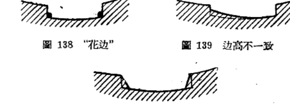


圖 138 "花边"　　圖 139 边高不一致

圖 140 边綠的傾斜度

3. "梯边"(圖 138)的特点是膛綫的边側上有阶梯存在。

4. 边高不一致，即膛綫兩边的高度不同（圖 139），它与鉋刀的修整不正确有关。

5. 边側傾斜（圖 40），这是由于鉋刀的修正不良所引起的相隣陰綫边側之間的角的毀坏。

§ 45. 用拉刀拉膛綫

現在槍管的加工很少用这种方法，因为要設計一种在正常排屑下能保証所要求的表面光潔度的拉刀的結構是困难的。在美国，曾采用过拉刀拉膛綫的方法。欧埃尔-依尔（Oil-Year）公司为此曾制造出液压臥式拉床（圖 141）。拉刀配备有螺旋狀分佈的齿，并在运动时沿槍膛旋轉。为了安装槍管，机床上配备有摆动夹具 1，当装置槍管时夹具 1 傾斜放置，然后迴轉到水平位置，向右移动，并利用手柄 2 的迴轉来夾紧它。为了把拉刀拉过

槍膛而采用鉸鏈式拉桿，它的尾端用卡箍3夾紧于裝配在拉刀刀架的止推球軸承上的夾头內。潤滑冷却液沿着軟管4供給。

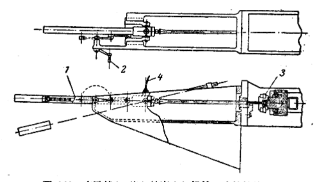


圖 141 在欧埃尔-依尔拉床上切机槍、步槍槍管膛綫用的裝置

§ 46. 用挤压法（冲綫法）在槍膛內形成膛綫

用刷形拔絲刀在槍膛內鉋出膛綫的方法生产率很低，它要求昂貴的工具和高度熟練技能的工人。因此該工序常是槍管制造中的弱点，同时往往使計划的完成受到限制，因此以新的更有效的工具替換刷形拔絲刀的問題特別迫切。

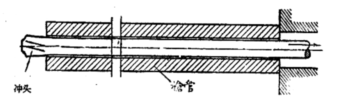


圖 142 把冲头拉过槍膛的簡圖

一九二九年德国曾創造了利用特殊工具——帶有凸起的头部的冲头拉过槍管形成膛綫的方法，由此产生了挤压膛綫法（圖 142）。

对小口徑和長度不大的槍管采用这种方法已証明达到显著的生产效果。研究結果，証明这种方法可以运用于槍管制造中（圖 142）。

用上述方法形成膛綫所用的工具叫做冲头或挤絲冲。因此在工厂中把形成膛綫的操作叫做"冲头压膛綫法"或"冲綫法"（圖 143）❶。



圖 143 拉扎列夫工程師的冲膛綫机床

§ 47. 正确的确定冲綫工序的根本因素

冲綫法形成膛綫是以冲头运动时金屬变形为基础的，冲头具有压膛綫用的凸出部分以及凸出部分間的槽，后者用以沿槍膛形成陽綫。

伴随着冲綫过程所發生的現象与自紧相似，此时槍管金屬大部分受到局部过載。

---

❶ 圖 143上所画的是冲綫机床和工程師 M.C. 拉扎列夫，他由于多年工作的結果得以把冲头运用于 7.62～23 公厘口徑的槍管制造中，以冲出膛綫。本書使用了他的工作数据。

众所週知，当局部过載时槍管的內層变形較强烈，在某一深度上产生很大的永久变形，而在它們后面的外層仅产生弹性变形。因之冲綫过的槍管金屬的全部变形由兩部構成——即永久变形和彈性变形；槍管經冲綫后处于受力状态。

必須注意，槍管金屬經冲綫后其全部变形的值不等于它在冲綫瞬間产生的变形。

冲綫瞬間金屬的变形值总是比永久变形大一个彈性变形的值，这一彈性变形在去掉載荷后便消失。此彈性变形与上述全部变形部分不同，可把它叫做冲綫后的"消逝"变形。

冲头的尺寸总是比槍膛在冲綫后应得尺寸大一个消逝变形的值。

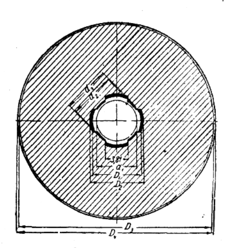


圖 144　冲綫时的彈性变形和永久变形

圖 144 所示为上述变形的值。所用符号如下：

d_1——冲綫前槍膛之直徑；

d_2——冲綫后沿陽綫量得的槍膛直徑；

D_1——按陰綫量得的槍膛直徑；

d_3——沿冲头凸出部分之間的槽量得的直徑；

D_2——沿冲头凸出部分的直徑；

D_3——冲綫前槍管的外徑；

D_4——冲綫后槍管的外徑。

根据这些尺寸，我們可以指出，当冲制 7.62 公厘口徑的試驗槍管时，所产生的变形数值。

去掉載荷后的消失变形值

$$d_3-d_2=0''.302-0''.300=0''.002;$$

$$D_2-D_1=0''.317-0''.312=0''.005。$$

冲綫后永久变形之值为

$$d_2-d_1=0''.300-0''.293=0''.007;$$

$$D_1-d_1=0''.312-0''.293=0''.019。$$

冲綫后外徑增大值

$$D_4-D_3=22.1-22=0.1 \text{ 公厘}。$$

冲头挤过槍膛的結果不仅形成膛綫，而且产生陽綫方面金屬的徑向变形。冲綫后得到的槍膛断面尺寸，由变形的值和冲头直徑的尺寸決定。

冲头尺寸一定时，槍膛表面的变形值決定于槍管金屬的質量（鋼号、鋼的結構等）、槍管的內外徑以及冲綫前槍膛的表面狀況。目前还沒有得到任何可以包括上述参数的計算公式，冲头和毛坯的尺寸都是根据經驗方法选擇的。对于一定質量的金屬，这些尺寸的正确的相互关系的确定是順利地进行工序的主要因素之一。

冲头和毛坯的尺寸由槍管的强度決定，所以只能使槍管产生这样的变形。在这种变形下所發生的应力，不超过極限强度，这样就不会在槍膛表面上产生裂縫而使槍膛破坏。

当冲头沿槍膛移动时，槍管金屬發生变形。为使冲头运动，須要給它一定的牽引力。变形大时牽引力可能大到使工具折断的程度。因此当冲綫时儘量采用較小的牽引力，这样，牽引力对于順利地进行操作便成为相当重要的因素了。

牽引力的大小不但与变形的值和金屬的質量有关，而且与冲

头的形狀及其运动速度和冲綫时所采用的滑潤剂有关。

同时，必須指出，牽引力的大小隨着槍管口徑的增大而增大（圖 145），当直徑为 23 公厘时达到極大的值——22～24 吨❶。

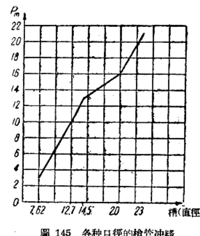


圖 145 各种口徑的槍管冲綫时牽引力 P 的变化

当冲制口徑 14.5 公厘的槍管时，沿陰綫的金屬变形値等于0.72 公厘，而消逝变形値为 0.18～0.25 公厘。当冲制 23 公厘口徑的槍管时，这些变形値便大的多，因此牽引力也就增高。

根据牽引力的大小冲綫可用兩种方法来进行：拉（即冲头被拉过槍膛，見圖 142）和推（即冲头被推进槍膛，見圖 146）。

当冲綫法被运用在槍管制造中时，第一种方法采用的較早，但很快就为第二种方法所代替，因为桿的拉伸强度与牽引力的大小远不相称。



圖 146 推入冲綫法簡圖

❶ 圖 145 系根据生产中所采用的冲綫条件、規定的冲头結構和冲头尺寸与槍膛尺寸的比例制成。

§ 48. 冲头的構造

圖 147 所示为用以形成膛綫的冲头的現代化結構。冲头的主要工作部分是头部 1，它由兩圓錐体和圓柱部分 2 連接而成。前錐体 3 是进入錐体；与它相連的是帶有頂尖孔的前导向部分（冲头开始进入槍膛用）。后錐体 4 与延長的尾部 5 相毗連。凸部 6 和凹部 7 按螺旋綫形成，但其导程並不等于膛綫的纏度。

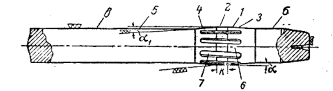


圖 147 冲头的構造

前錐体的角度对牽引力的大小有很大的影响，此角的大小根据經驗方法加以选擇。圖 148 表示当口徑 7.62 公厘的槍管冲綫时，牽引力根据进入錐体角度的变化而变化的曲綫。在生产中取此角为 $\alpha=7°30'$；对口徑 14.5 的槍管 $\alpha=5°$，而对口徑 20 公厘的槍管 $\alpha=7°$。

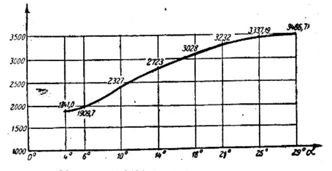


圖 148 挤綫冲前錐体的角度对于牽引力的影响

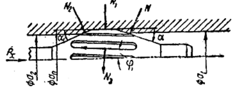


圖 149 冲头沿槍膛运动时的狀态

后錐体角 α 的值取其等于前錐体角之値。在头的后部形成錐体，对于減小冲綫时的摩擦从而減小牽引力是必要的。

圖 149 所示为冲头沿槍膛运动时的工作狀态。作用于冲头头部的力有 N、fN、N_1、fN_1、N_2、fN_2、N_3 和 fN_3。力 N、N_1、N_2 和 N_3 所指的是当冲头推进时它的相应表面上所产生的反作用力；力 fN、f_1N_1、f_2N_2 和 f_3N_3 是相应的摩擦力。力 N 由金属变形的值 (d_2-d_1) 决定；力 N_1 和 N_2 由彈性(消逝)变形的值 (d_n-d_2) 决定（在一定的金屬和管的尺寸下）。为了把运动傳給冲头，必須使力

$$p > N\sin\alpha + fN\cos\alpha + f_1N_1 + f_2N_2\cos\alpha_1 - N_2\sin\alpha_1 + N_3\sin\varphi_1 + f_3N_3\cos\varphi_1,$$

式中 $N\sin\alpha$ 等是整个表面上的合力在槍管軸綫上的投影。力 f_1N_1、$f_2N_2\cos\alpha_1$ 和 $N_2\sin\alpha_1$ 是与前錐角無关的力。根据实驗数据，当 α 大于 $\alpha_{\text{опт}}$（α 的理想值）时牽引力 p 增大，这可能是由于力 $N\sin\alpha$ 和 $N_3\sin\varphi_1$ 增大的緣故。当 α 小于 $\alpha_{\text{опт}}$ 时，力 p 也增大，但在这种情况下，它的增大可能是由于力 $fN\cos\alpha$ 和 $fN_3\cos\varphi_1$ 的增大。所以在上述理想的 α 角时下列方程式可以成立

$$N\sin\alpha + N_3\sin\varphi_1 = fN\cos\alpha + f_3N_3\cos\varphi_1\text{。}$$

作用于后錐体的彈性变形 (d_n-d_2)，促使后錐体推进。

前述不等式同时表明，在錐面的組合中圓柱体部分（倒稜）的存在使牽引力增加了一个数值 f_1N_1，从这个观点出發，一般是不希望有圓柱部分的。但是，这一倒稜有助于冲头寿命的提

高，因此在现代化的結構中仍保持着它。倒稜的大小根据被拉的槍管的口徑从 1.2～4 公厘之間选取。

冲头的总長 $L=65\sim100$ 公厘。

冲头在槍管中的推进由支在后端面上的頂桿来完成。頂桿的直徑根据槍膛陽綫的直徑按轉合座配合来选擇。

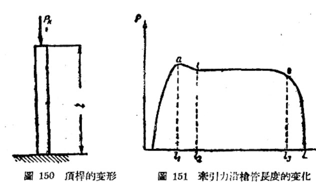


圖 150 頂桿的变形　　圖 151 牽引力沿槍管長度的变化

当推进冲头时頂桿受到軸向弯曲。頂桿的后端面靠在机床的夾具壁上，而前端頂在冲头的端面上。在这些条件下頂桿的变形（圖 150）依从于欧勒（Эйлера）公式：

$$P_{\kappa}=\pi^2\frac{EI}{l^2},$$

式中　P_{κ}——临界力，当超过此力时發生頂桿的弯曲；

l——桿長。

假定 P_{κ} 等于牽引力，可求出推进冲头时不致弯曲的頂桿的直徑。

取 $P_{\kappa}=12,000$ 公斤；$l=2,300$ 公厘；口徑 14.5 公厘。

在此种情况下

$$d=\sqrt[4]{\frac{64P_{\kappa}l^2}{2\pi^3E}}\approx 32 \text{ 公厘},$$

即在該牽引力和長度下不致弯曲的頂桿的直徑大大地超过槍管

口徑。因而，当推进冲头时直徑小于 14.5 公厘的頂桿經常被弯曲。

必須指出，牽引力的大小沿槍管全長稍有变化，其情形大約如圖 151 所示。l_1 以前的一段是冲头的进入部分，此时牽引力迅速增大到極大值，即至 a 点，此点相应于膛綫断面形狀完全形

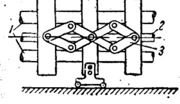


圖 152 "連續"中心架
1—中心架用导軌；2—頂桿；3—鉸鏈連接。

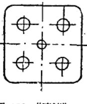


圖 153 "連續"中心架的板

成。l_1-l_2一段，牽引力稍下降，这可能是由于分力 $N_2 \sin \alpha_1$ 的出現。l_2-l_3一段，冲头产生正規的运动，它的特征在于牽引力不变，最后在 $l_3—L$ 一段，牽引力下降，因为冲头伸出了槍膛。

冲头的强度，必須根据最大的力来計算。

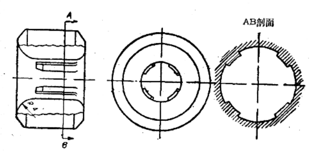


圖 154 制造冲头用的鋼模

当冲綫时，为了防止頂桿弯曲采用一种特殊夹具——"連續"中心架（圖 152），也就是許多用鉸鏈連接起来的可移动的金屬

板（圖 153）。在每塊金屬板的中心有精密加工过的孔，頂桿便通过此孔。金屬板被裝在机床的导軌上；当推进冲头时金屬板沿着导軌滑动而靠攏。

冲头用耐摩性很大的合金鋼（FKC、$X12M$ 鋼等）制成。冲头的头部在 Аякс 式鍛造机上用頂鍛的方法获得，而凸出部和小槽是用將冲头拉过鋼模的方法（圖 154）得到的。把冲头淬火并在 160～180°C 下回火。回火后冲头之硬度 $H_{R_C}=63-65$。

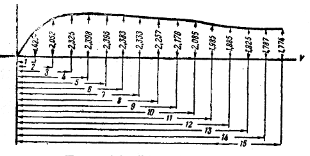


圖 155　冲头工作部分的外部輪廓曲綫

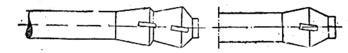


圖 156　具有兩个头部的冲头　　　圖 157　冲头

实用上也采用了其它形狀的冲头，如圖 155、156、157 所示。前兩种冲头由于制造复杂并且在減小牽引力方面优越性不大，而第三种寿命較低，故都还未得到广泛使用。

§ 49. 冲綫时鋼管硬度对其变形和牽引力的影响

冲綫时殘余变形隨着金屬硬度的增加而減小，而彈性（消失）变形和牽引力則增大，这在圖 158 上表示的很清楚，該圖所根据的資料为被冲制的槍膛直徑 $d=0''.297$，所用冲头凸部的直徑为

O''.3175。

可見，当用冲头冲一般具有不同硬度的槍管以及沿槍膛全長的硬度不同的槍管时，所得出的槍膛断面直徑的尺寸是不同的幷且可能超过公差。所以槍管的硬度只能允許在严格規定的范圍內变动，在这个范圍內槍膛的直徑尺寸不会超出極限尺寸。因此当槍管热处理时必須严格遵守規定的規范，以保証得到同样硬度的槍管。这迫使以大的淬火池❶来代替小的。

要达到所有的槍管的硬度相同和槍管的整个長度上的硬度相同是不可能的。因此为了得到槍膛断面的相同直徑，須在冲綫前把槍管进行硬度試驗，并根据試驗結果来分类。当冲制各类槍管时采用与其相适合的冲头。

檢驗时分組的数目可能是不同的；例如，当冲制口徑 14.5 公厘的槍管时把它們分成八組（表 22）。

根据兩点——在槍口和槍尾部分預先銼出的平面，决定槍管的硬度。

槍口和槍尾部分的硬度不同时按平均硬度选擇尺寸。

既然彈性(消逝)变形值对膛綫有很大意义，則冲头的凸出部

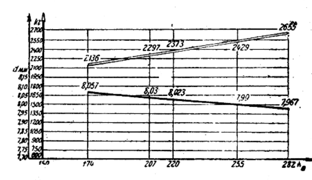


圖 158 殘余变形和拉力与槍管毛坯硬度的关系

❶ 参閱槍管的热处理 § 67。

分的直徑就是冲头的極限尺寸，因之，当冲制硬度不同的槍管时，即以此直徑作为选擇冲头的原始尺寸。

在一定的冲制方法下，除得到更为一致的槍膛尺寸之外，槍管按硬度分組还有其他十分重要的經济意义。随着槍管按硬度分組，冲头寿命大大的提高了，因为当具有第一組尺寸的冲头被磨損时，便把它轉用于第二組，以此类推。

当使用适合于一种硬度的尺寸的冲头，冲制槍口和槍尾部分硬度不同的槍膛时，得出的槍膛是錐形的。

表 22

硬度組别	印痕的直徑（公厘）	H_B	冲头凸出部的直徑（公厘）
1	3.2—3.3	363—341	15.22
2	3.3—3.4	341—321	15.21
3	3.4—3.5	321—302	15.20
4	3.5—3.6	302—285	15.19
5	3.6—3.7	285—269	15.18
6	3.7—3.8	269—255	15.17
7	3.8—3.9	255—241	15.16
8	3.9—4.0	241—229	15.15

§ 50. 槍管內外直徑的变化对牽引力的影响

随着外徑的增大，牽引力和彈性（消逝）变形增大，殘余变形則減小。圖 159 和 160 所示为用冲头冲制 $d=0''.297$ 的槍膛时牽引力和外徑的增大量的变化（槍膛長度 $l=110$ 公厘、冲头凸出部分直徑 $d=0''.317$）。

上述外徑的影响决定了必需將槍管制造工艺过程中某些工序加以适当安排。例如，为了減小牽引力，在冲綫前車外圓是最合理的。同时必須注意，当車削时外徑沿全長的变化导致槍膛直徑尺寸發生变化。冲綫时由于不同的变形值，槍膛的直徑尺寸在槍

管薄的部分較大，而厚的部分比較小。当外徑沿槍管全長变化的很大时，槍膛的內部尺寸超过公差，得出的槍膛就是圓錐形的。

圓柱形槍管对于冲綫是很理想的。因此按照这一原則來規定槍管在冲綫前的車外圓工序。冲綫前車外圓时，使与膛綫部分長

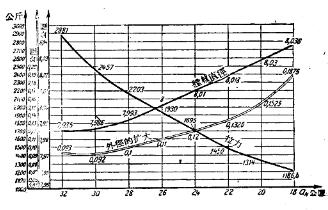


圖 159 殘余变形和拉力与管壁厚度的关系

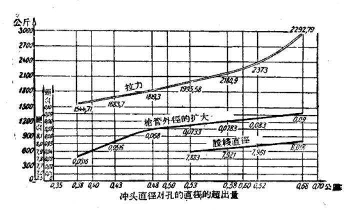


圖 160 殘余变形和拉力与冲头直徑超过孔徑的数値的关系

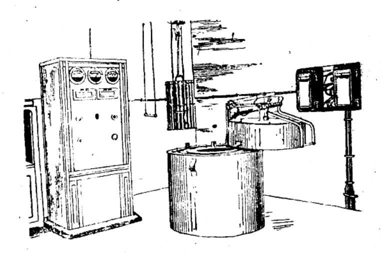


圖 161 荷墨（Хоммо)型加热爐

度相等的槍管部分成为圓柱形。不大的阶梯形、錐度或局部加厚部分，在它們的影响不大，而槍膛尺寸不超过公差范圍的条件下是可以允許的。經驗証明，对于7.62公厘口徑的槍管，其外徑变化不应超过12%。

由于槍管的外表面上的局部加厚部分（准星座和表尺的凸出部分等），当冲綫时这部分的槍膛会發生收縮。槍膛的局部收縮是最不希望有的，因为子彈沿槍膛运动时在这些区域內会發生阻滯現象，并由此可能产生火藥气体压力的急剧增加，使槍管膨脹或破裂。

因此用鉋膛綫方法来制造膛綫的毛坯，与用冲綫方法所用的毛坯是不同的。

必須注意在冲綫以后槍管各部分的外圓加工工序中，可能由于彈性变形而發生槍膛直徑的变化，因为当切下金屬層时它在各断面上的平衡狀态都被破坏了。由于原来对內層起压縮作用的上部应力層的消除，会發生槍膛直徑尺寸的增大，同时还可能使槍

管發生一定的弯曲。为了消除这一缺点可在冲綫后將槍管适当的回火，这能使塑性变形巩固和稳定下来，并可消除內应力。

对于用槍管鋼制成的 7.62 公厘口徑的槍管的回火是在 ПИ-22（Хомо 型）爐中加热到 510° 并延續 60 分鐘（圖 161 和 162）。每个鉛槽中裝填 43 根裝在特殊的夹具中的槍管（圖 163）。电流輸送到鑄鉄坩鍋加热器，其电压为 220 伏特，电流为 140～160 安培。

槍管放在空气中冷却，有时候为使过程加快便放在气流中冷却。

回火后試驗槍管硬度，并檢查它們由于不正確的回火可能發生的膨脹。

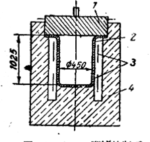


圖 162 Хомо型爐的断面
1—蓋；2—坩鍋；3—加热器；4—襯料。

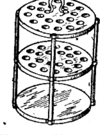


圖 163 裝載槍管用的夹具

对于一定的冲头，冲綫前槍膛內徑的变化也影响着变形和牽引力的变化。随着內徑的減小，变形和牽引力都增大。因此，冲綫前槍管的加工应当有足够的精度[1]，以便保証在冲綫后得到的槍管在膛綫部分具有規定的公差。

冲綫前槍膛表面光潔度具有很大的意义。不光潔的表面，特別是由鉸刀引起的横向刀紋会使冲头的工作变坏，因之，在冲綫后槍膛表面上可能产生擦伤、灰暗現象等等。为了消除这些毛

[1] 不低于圖紙中所規定的冲綫后槍管成品的精度。

病，在冲綫前及光絞后，槍膛表面还要用刷形拔光刀来光拉，在这种拔光刀里，刀片在管中的配置要能保証同时拔光整个槍膛表面；刀片彼此要互相重叠。完成这种工序的程序类似于拔膛綫❶。

§ 51. 冲綫时潤滑对于牽引力变化的影响

冲綫时槍膛表面如果沒有潤滑便会使冲头楔住，而且事实上不經潤滑也是不可能的。牽引力显著地随潤滑油的种类及其物理化学性能而变化。

在冲制时曾試驗过非金屬潤滑剂（甘油、肥皂、酚醛塑膠等）、金屬潤滑剂（銅、鉛、錫、銅加鉛等）和混合潤滑剂（銅加肥皂等）。經驗証明，用金屬潤滑剂所得到的效果最好。圖 164 表示冲制口徑 14.5 公厘的槍膛时牽引力的变化与潤滑剂种类的关系。液体潤滑对冲綫是不利的，因为牽引力很大，这可以用液体潤滑剂会从冲头工作表面挤压出来的道理加以解釋。用液体潤滑剂所得到的槍膛表面極不光潔。

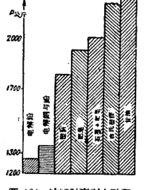


圖 164 冲綫时牽引力随潤滑剂的不同的变化圖

使用金屬潤滑时，牽引力最小，所以在实际上都采用它。在形成膛綫前直接用电或化学的方法把金屬加到槍膛表面上，冲綫后再把潤滑剂除去。

槍膛表面鍍銅的方法，采用的最为普遍，因为鍍銅的工艺过程簡單，它不要求复杂的准备工序。此外，在冲綫后有时也不需要把槍膛的銅去掉，因为在加热槍管，进行回火时銅就燒掉了。

❶ 在最近，对某些槍管，使用拉刀来拉槍膛，以保証所需要的精度和表面光潔度；随着这种拉刀的采用，拔光工序便沒有了。

镀銅时采用以下成份

硫酸銅($CuSO_4$)……12%

鹽　酸(HCl)……7%

水……80%

氯化錫($SnCl_2$)……1%

为了鍍銅用通条把槍膛擦拭，通条尖端包上浸过以上成份的溶液的呢絨。槍膛要擦拭兩遍，擦拭时要迅速移动通条，这样就可以在槍膛整个表面上得到一層均匀的銅，緩慢移动通条时就会發生銅層的局部变厚，这样在冲綫时会形成凹陷。

冲头也要鍍銅，即用浸过上述成份之布片擦拭。

要使槍膛表面很好的蓋上一層銅層，得把槍管浸在苛性鈉溶液中除去油脂。在去油脂时把槍管放在一个或依次地在兩个槽內煮沸，温度95°～104°，持續时間15～30分鐘，煮沸后把槍管在热水和冷水中洗淨，以便除去苛性鈉❶。

也有用电解方法把槍膛表面鍍上一層鉛，即用浸在电解液中的鉛条（陽極）来擦，而且預先除去油脂及其他。

在冲綫后鉛可以在專用的鹼池($NaOH$; Na_2CO_3:$NaNO_2$:$NaNO_3$; Pb和Fe)中除去。

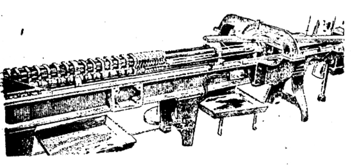


圖 165　冲綫机床

❶ 去油脂將更詳細的在§70中加以叙述。

§ 52. 冲綫用的机床

冲綫用的机床結構（圖 165）極簡單。圖 166 所示为这类机床之一的簡圖。机床把沿着膛綫螺紋的前进和旋轉运动傳給固紧在主軸上的槍管。机床的机構由馬达帶动；冲制口徑 14.5 公厘槍管用的馬达功率为 13 瓩，从馬达皮帶輪 1 把运动傳給皮帶輪 2 和与他剛性連接在一起的蝸桿 3。蝸輪 4 使絲槓 5 作旋轉运动，支架上有一个主螺母，螺桿旋入主螺母时，把前进运动傳給主軸支架 6，槍管安裝在主軸內。

当支架移动时齒条 7 上的銷子 8，在靠模板 9 的槽內滑动，这样齒条被移到一方并經齒輪 10 把旋轉运动傳給裝有槍管的主軸。

当擋鉄 12 碰上电磁开关 14 时，馬达就發生換向，馬达的軸开始反向旋轉，支架就向后退；当擋鉄碰上开关 13 时，馬达的电門关上，机床就停止工作。

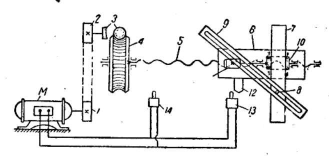


圖 166 冲綫机的傳动系統圖

更換槍管之后一按电鈕机床就开动了。

在工作运动时，槍管以其一端頂在中心架的环上，使中心架摺壘起来；在回复运动时中心架向起始位置移动。

为使槍管得到旋轉运动需要調整机床，其方法与調整拉綫机相类似。为使槍管得到旋轉运动，应把靠模裝成 φ 角（圖 167），

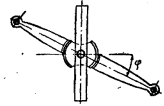


圖 167　靠模的裝置

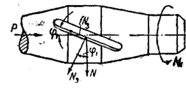


圖 168　作用于冲头的力

这个角的大小按类似于拔絲刀旋轉运动的公式决定，但在个别情况下計算导程的大小可不与膛綫纒度相符，这时导程的大小可用經驗方法来选擇。

为了說明以上这些，我們来研究一下冲綫时冲头在槍管內的情况。

当冲头运动，使金屬变形的时候，力 N_3 和 fN_3 作用在冲头面上（圖 168）。將这些力投影于与运动軸綫垂直的平面上，則得：

$$N_3 \cos \varphi_1 - fN_3 \sin \varphi_1 = N_t ,$$

式中　φ_1——冲头槽的螺旋角。

力 N_t 作用于冲头的力臂为 R，并因力矩 N_tR 的存在，冲头力圖迴轉。冲头的迴轉，为冲头的尾端面（圖 169）在与頂桿接触处的摩擦力矩所抵抗。为了使冲头能很好的对准中心，并能够抵抗迴轉，冲头的尾端面做成圓錐形。

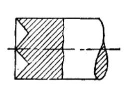
冲头的迴轉方向由力 $N_3 \cos \varphi_1$ 和 $fN_3 \sin \varphi_1$ 的比而决定，假若力 $fN_3 \sin\varphi_1$ 小于力 $N_3 \cos \varphi_2$，那么冲头將向槍管旋轉的方向迴轉。

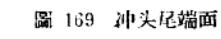
因此，角 φ 可以不等于角 φ_1，即可以与膛綫螺紋升角不同。用以确定这些角之差的計算公式是沒有的，要用經驗方法决定。

推进冲头的速度影响着牽引力大小的变化（圖 170）；根据这点冲綫速度是 0.77～1.03 公尺/分。

在上述結構的机床上，空回速度等于工作速度，但是也采用

空回速度大于工作速度一倍的机床。





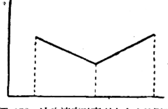


圖 169 冲头尾端面

圖 170 冲头速度对牽引力大小的影响

冲头的推进可从槍尾（ПТРД）或从槍口（ДП）部分开始。

值得指出，在冲綫終止时發生所謂冲头射出的效应，从槍管中推出冲头主要依靠冲綫时处于受应力状态的冲头頂桿的位能。当冲头推进时頂桿不仅被弯曲，而且被压縮，所以当出口时，阻力迅速下降，頂桿的彈性变形消失，冲头即产生向前推动的現象。

§ 53. 槍管膛綫部分的檢驗

对槍管膛綫部分进行檢查用下列三种界限量規：

1）按陽綫檢查直徑用的量規（圖 171）；

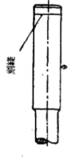


圖 171 按陽綫檢查直徑用的量規

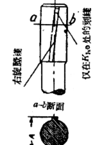


圖 172 按陰綫檢查直徑用的量規

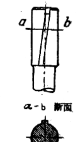


圖 173 檢查陰綫寬度用的量規

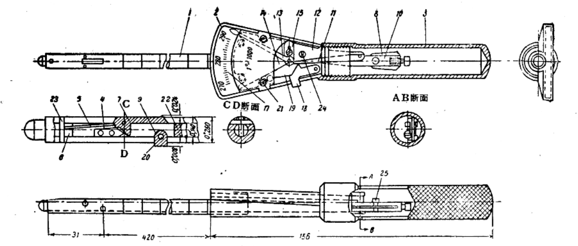


圖 174 沙德林(Шаприн)式量具

1—管子；2—匣；3—手把；4—塞尺的稜柱体；5—塞尺彈簧；6—柱塞；7—塞尺；8—后稜柱体；9—插入物；10—后稜柱体头部；11—指針槓桿；12—指針槓桿的彈簧；13—指針；14—指針彈簧；15—指針叉子；16—盒蓋；17—刻度盤；18—爪；19—爪的彈簧；20—銷釘；21—螺釘；22—拉桿；23—銷釘；24—支柱；25—螺釘。

2）按陰綫檢查直徑用的量規（圖 172）；

3）檢查陰綫寬度用的量規（圖 173）。

通过量規一般从槍口部分开始通过槍膛的全長。

实驗时为了沿陽綫和陰綫得到准确的实际直徑数值 采用沙德林式（Шадрин）量具（圖174）。

定期地用圖 175 所示的仪器檢查膛綫的纏度。

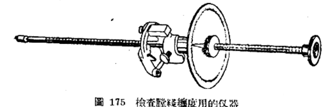


圖 175 檢查膛綫纏度用的仪器

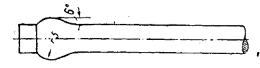


圖 176 "平整"14.5 公厘 ПТРС 陽綫用的冲头

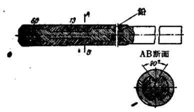
与量規檢查的同时还檢查表面光潔度。冲綫后的主要缺陷可能是：

1）当用質量不好的潤滑剂时，由于金屬粘在冲头上而产生縱向擦痕。

2）由于金屬硬度和銅層厚度的不一致而引起的波紋；可用光冲头拉过（圖 176）的方法消除之。

3）由于冲綫前鉸孔的殘余痕跡引起的横向擦痕。这可用拔綫刀鉋陽綫和陰綫的方法来消除，而且，在这种情况下往往把槍管进行加强鍍鉻。

最后必須指出，当沿着長而細的槍管推进冲头时，由于軸向力对它的作用，在冲綫时槍管可能被弯曲，这是極不希望的；因



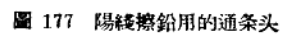


圖 177　陽綫擦鉛用的通条头

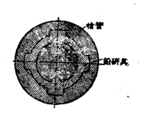


圖 178　槍膛陰綫擦鉛用的通条头

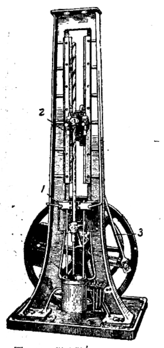


圖 179　拋光陰綫用的机床

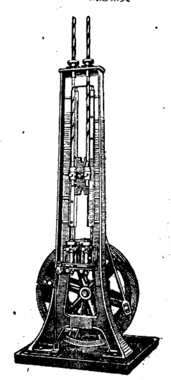


圖 180　拋光陽綫用的机床

此在長而細的槍管中采用联合方法以形成膛綫，这就是开始是拔膛綫，然后用冲头給以所謂“补冲”。按照这种方法鉋出陽綫之后，再用光冲头加以“平整”。当用此法时拔絲刀只切去較小的余量，这样的工序在經济上是有利的。

§ 54. 槍膛表面的精加工

槍管膛綫部分表面的精加工包括陰綫表面和陽綫表面的抛光。这些工序中的大部分，照例是在工艺过程的末尾，和被拉的槍管回火之后連續地进行。在个别情况下，抛光之前先用光冲头拉光陽綫，然后把槍管放在碱槽內去煮，以便达到更好的抛光。



圖 181 槍膛在五軸机床上擦鉛用的裝置

用尾端裝有鉛研磨具的并在研磨具上复盖一層調有柴油或变压器油的微粒金剛砂(минутник)的通条来抛光。

对陽綫的抛光使用帶光滑的鉛研磨具的通条(圖 177)，但抛光陰綫时，則用帶有凸出部的通条（圖 178）为使金剛砂很好的粘住不掉，在研磨具上作出紋路。

根据所采用的工具，槍膛的抛光称为“擦鉛”。

擦鉛用手进行或在机床上进行。擦鉛用的机床有兩种：具有不同主軸数(2～5)的臥式和立式机床。

特殊抛光机（圖 179）是用来抛光槍膛的陰綫。槍管裝在固定的夾紧机構 1 中，而鉛

研磨具裝在自由旋轉的主軸2中。因为主軸位于滑塊上，固定在飞輪上的連桿3使滑块上下移动，故使鉛研磨具在槍膛中沿着陰綫移动。

对槍膛陽綫的拋光采用另一形式的机床，它的差異仅在于：圓形鉛研磨具在这种情况下被夾紧在主軸上，主軸被强迫依照膛綫纏度作旋轉运动，这种机床如圖180所示。槍膛的陽綫，常常在鉛研磨具不仅作前进运动，而且作迅速的旋轉运动的机床上进行拋光。虽然这时可获得正确形狀的陽綫，但在陽綫上却留下横向的研磨痕跡。

圖181所示为五軸拋光机床，研桿被夾紧在主軸的夾头中幷被引入裝在架子下方的槍管膛中。往复运动（每分鐘50次）是借曲柄連桿机構傳給主軸头。研磨具借垂直的操縱桿和沿着它滑动

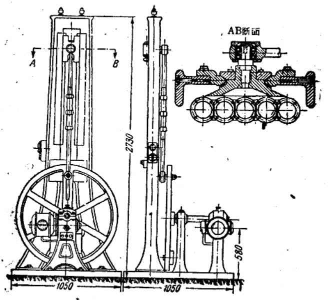


圖 182　Zbrojewk a的五軸研磨机床

的齿輪得到螺旋运动，該齿輪將旋轉运动通过中間齿輪傳給裝在主軸上的小齿輪。

圖 182 所示为 Zbrojewka 公司用作拋光陰綫的与上述类似的五軸拋光机床的結構。

第八章 槍管彈膛的加工

§ 55. 彈膛加工工序的特性

各种槍管的彈膛是由在机床上鉸孔和最后手工光整的方法將其各段連續地形成的。这在大多数情况下要采用三个工序：1)彈膛的預加工，2)彈膛精加工和3)彈膛的最后手工光整（圖 183)。在个別类型的武器中，例如，ПТРС 和 ШВАК 的彈膛就由兩个工序来加工：1)在机床上預加工彈膛和2)彈膛的手工光整(圖184)。

彈膛加工的每一工序是由根据切削工具的更換而決定的一系列工步所組成。这时，加工余量和公差逐漸減少，彈膛加工的表面光潔度逐漸增高。

在槍管制造中，彈膛加工工序是在不同的时間完成的。在大多数情况下，各工序的次序如下：

1.在形成膛綫之前預先鉸出彈膛，这可以在槍膛精鉸（1891/1930 式步槍，ПМ、ПТРС）之前或精鉸（ДП）之后进行。

2.在槍膛膛綫部分最后加工之后进行彈膛在机床上的精加工。

3.在所有情况下，彈膛的手工光整都在工艺过程終了，或在槍膛鍍鉻之前进行（ДП）。

这样的工序順序可用一系列的情况来說明，其中某些情况对整个槍管的結構是有意义的。

1.彈膛的各段必須和槍膛的膛綫部份同中心綫是彈膛加工工序应該滿足的基本要求。因此彈膛加工时，必須取槍膛表面作为确定彈膛各段对槍膛膛綫的定位基准之一。基准面加工得愈准确，彈膛各段和槍膛的偏心度愈小。这种情况就決定了必須在形

成膛綫之后在机床上进行彈膛精加工，而手工光整必須在工艺循环的最后来进行。

2.經常用槍膛表面作为基准时，特别是切削力大的时候，就可能將这个表面損坏。所以各道工步加工余量最大的彈膛切去最厚的金屬層的預加工工序要在形成膛綫之前进行。

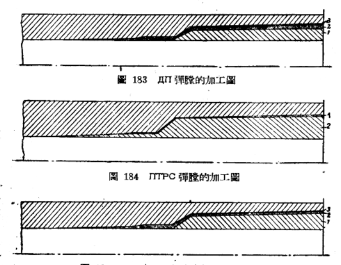


圖 183 ДП 彈膛的加工圖

圖 184 ПТРС 彈膛的加工圖

圖 185 1891/1930 年式步槍彈膛的加工圖

另一方面，在使用拔綫刀拔膛綫时，为了減短膛綫表面的長度，并保持刀具有較長的寿命，把彈膛預加工工序放在形成膛綫之前是合理的。这一个条件在使用挤綫冲挤压膛綫的槍管加工中是沒有实际意义的；所以在用冲綫法形成膛綫的某些槍管(ПТРД，ШВАК)的加工工艺过程中，彈膛的預加工在形成膛綫之后进行。

3.在槍管外部加工的工序中，常常用彈膛表面和槍管后端面作为定位基准。槍管端面的最后加工在一系列的外部加工之后进行，然后接着进行彈膛的精加工以及在工艺过程的末了进行最后的手工光整。

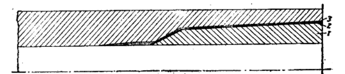


圖 186 ПТРД 彈膛的加工圖

彈膛的預加工首先包括形成第一和第二錐体（圖 183，185和186），但在个别情况下，同时加工第三和第四錐体（圖 184）。圖 187～189 所示为完成該工序的工步順序。在第一种情况下，工序經四个工步后完成，而在第二种情况，要經九个工步（形成第一和第二錐体后經二个工步形成第三和第四錐体）。

彈膛在机床上的精加工，或者仅由第一和第二錐体（ДП 和 ПТРД）一次連續加工所組成，或者再加上加工第三和第四錐体（步枪和 ПМ）的工步。

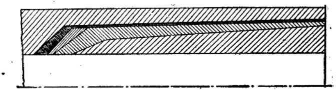


圖 187 1891/1930 年式步槍和 ПМ 的彈膛預鉸簡圖

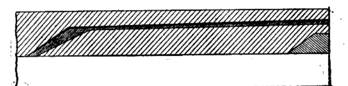


圖 188 ДП 彈膛的預鉸簡圖

彈膛手工光整时，是最后加以修飾，使它具有所要求的精度和光潔度。在 ДП 和 ПТРД 槍管的光整工序中还包括了彈膛第

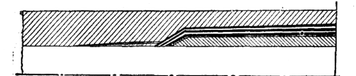


圖 189 ПТРС 彈膛的預鉸簡圖

三、四和第五錐体的預加工工步，这时工步顺序确定如圖 190 所示；步槍槍管的手工光整仅包括第一和第二錐体的光整。

总結起来，彈膛各段的加工順序有如下数种：

第一方案：

1. 第一和第二錐体的机床加工（預加工）；
2. 第一和第二錐体的机床加工（半精加工）；
3. 第一和第二錐体的手工光整和第三、四、五錐体的加工。

第二方案：

1. 第一和第二錐体的机床加工；
2. 第一和第二錐体的机床加工和第三、四、五錐体的加工；
3. 第一和第二錐体的手工光整。

第三方案：

1. 第一、二、三、四錐体的机床加工；
2. 彈膛所有錐体的手工光整。

对于确定彈膛加工工序的見解不同，一方面可以解釋为由于槍管構造的某种特征和工艺过程中各工序的位置，例如：1891/1930 年式步槍槍管中，彈膛在槍管和节套裝配好之后，进行最后光整，所以第三、四、五錐体的加工，屬于第二个工序。另一方面，在我們看来，这种差別也可解釋为是一种偶然情况。譬如：彈膛第三和第四圓錐的預加工包括在手工光整工序中，不能認为是完全合理的，因为手工切去很厚一層金屬非常困难，并且需要很長时間。根据这一点，彈膛的下列典型加工方案是最合理的：

1. 第一和第二錐体的預加工。

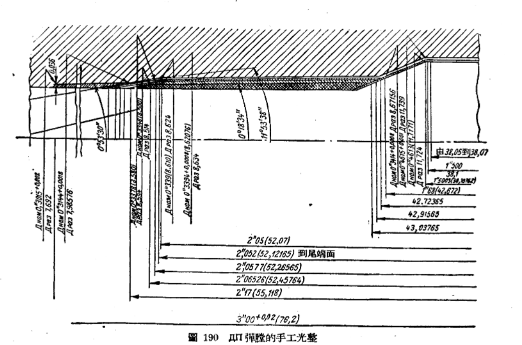


圖 190 ДП彈膛的手工光整

2.第一、二錐体的第二次加工和第三、四錐体的預加工。

3.彈膛各部分的最后手工加工（工序1和2可以合併起来)。

§56. 彈膛加工用的切削工具

加工彈膛使用下列切削工具：

1）麻花鑽，2）双齿鏓鑽（圖191），3）双齿鉸刀(圖192)，4）三齿鉸刀，5）四齿鉸刀，6）五齿鉸刀(圖193)，7）六齿鉸刀（圖194），8）八齿鉸刀，9）十齿鉸刀以及10）十二齿鉸刀（圖195）。

切削工具的这种多样性，說明了各种槍的彈膛加工工艺过程的特殊性，这也是制槍厂之間缺乏彈膛加工的标准工艺和必要的經驗交流所造成的結果。

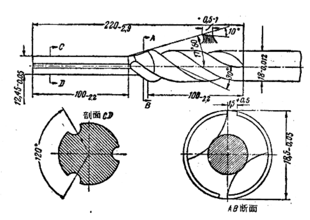


圖 191 ПТРС彈膛用双齿鏓鑽

双齿和三齿鉸刀应用于彈膛第一和第二錐体的預加工，由于双齿鉸刀制造和磨鋭都較容易，所以使用最普遍，它还可以保証在切屑順利退出时，將厚的切屑排去。

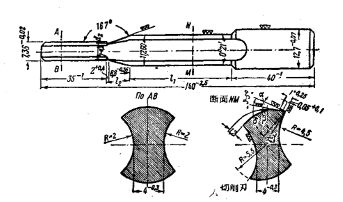


圖 192　ДП 彈膛用双齿鉸刀

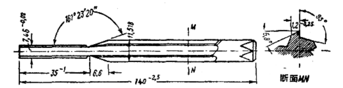


圖 193　ДП 彈膛用五齿鉸刀

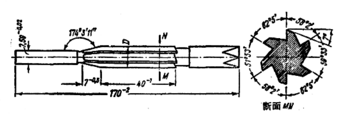


圖 194　ДП 彈膛用六齿鉸刀

五齿和六齿鉸刀广泛地用在加工彈膛第一和第二錐体时的中間工步，同时也用于第三、第四錐体的預加工和終加工。通常在五齿鉸刀加工之后，采用六齿鉸刀加工，以便得到表面比較光潔的彈膛。

十齿和十二齿鉸刀通常是使彈膛具有最后精度和表面光潔度的校准刀。它主要用在第一和第二錐体的手工光整和加工第五錐体彈头进口。

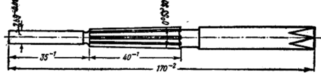


圖 195 ДП 彈膛用十二齿鉸刀

在許多情况下，彈膛各段用五齿或六齿的負前角鉸刀进行最后光整，因此，鉸孔时就产生刮的作用，使彈膛表面达到了所需的光潔度。每把鉸刀包括三部分：前导向（基准）桿，切削部分和刀桿。

在多数情况下，鉸刀的切削部分要保証兩个錐体（第一、二或第三、四）的共同加工。同时，也使用着一种單式鉸刀，其切削部分只用在个別工步中（彈膛大圓錐体加工，圖 196）或只用于加工彈膛的一个錐体（第五錐体，圖 195）。鉸刀切削部分的这种組合决定于彈膛的構造和退壳条件。

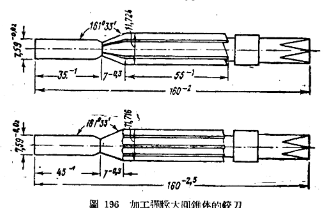


圖 196 加工彈膛大圓錐体的鉸刀

如圖 192 和 197 所示，加工彈膛第一和第二錐体所用鉸刀的切削部分，决定于給定的尺寸。

在第一种情况下（圖 192），在制造切削鉸刀的工作圖中，給出了第一和第二錐体連接处的直徑 d_1，鉸刀的大圓錐体長 $l_1$❶，它的圓錐角 α_1，鉸刀的小圓錐長 l_2，和决定鉸刀小圓錐錐度的角 α_2。在第二种情况下（圖 197），已知 d_1 和 l_1，并註出尺寸 d_2 和 l_2 以代替圓錐角；前一个尺寸相当于大圓錐进入直徑的尺寸，而第二个尺寸相当于大圓錐体的長度。为了形成鉸刀的第二錐体，只用一个圓錐角 α_2 来表示，因为已知圓錐与圓柱体过渡处的直

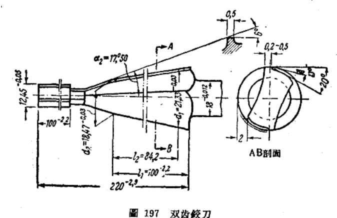


圖 197　双齿鉸刀

徑时，第二錐体的長度可以求出。

这样，在圖 197 中所表示的鉸刀切削部分的尺寸直接和工序圖的尺寸一致；而圖 192 所示的鉸刀切削部分的尺寸則間接的，也就是説要經过換算和工序圖上的尺寸取得一致。

第二种註尺寸的方法（圖 197）是比較好的，因为在这种情况下，鉸刀的工作尺寸可以直接檢驗，并且不必經过輔助計算就

❶　由四个尺寸的和来确定

可以估計它的可能的改变。

鉸刀齿切削諸元的数值列在表 23 中。

表 23

切削諸元名称		双齿鉸刀	五齿鉸刀
后角	α	3—5°	3～6°
前角	γ	5°以下	0
刃帶	a	0.2～0.5公厘	0.2～0.5公厘
角	φ	—	95～100°
齿厚	K	—	1.2公厘

在許多情况下，精鉸刀都制成不等齿距，因为經驗証明，这种鉸刀划痕較少，并且能很好地使彈膛表面平滑，以保証所要求的光潔度。

鉸刀的制造尺寸按一般的規則来决定，也就是說，应用工序卡片圖上所註的尺寸和公差作为計算的原始数据。現有鉸刀的实際尺寸大致都符合下式所算出的結果

$$A=B+\frac{2}{3}\delta_B,$$

式中 A——鉸刀的实際尺寸；

B——工序卡片的圖上所註的尺寸；

δ_B——尺寸 B 的公差。

鉸刀的制造精度大約相当于 $1/3\delta_B$；精鉸刀的制造不准确度公差不超过 0.02 公厘。

用齿数較少的鉸刀的加工余量最大。例如，对于双齿鉸刀，实际上直徑的加工余量值規定为 0.15～0.5 公厘；而对于五齿鉸刀則是 0.03～0.08 公厘（对于刮削鉸刀的余量定为 0.02 公厘）。所引用的数据，还有用各种不同的鉸刀鉸孔时加工余量向增大一方或向减小一方变化的可能。

表 24 列举加工 ПТРС 彈膛时所采用的尺寸、余量和公差（公厘）的大致对比。

表 24

工步名称	余量	尺寸	公差	鉸刀尺寸	公差
鉸第一及第二錐体	10.55	24.7	+0.3	24.85	−0.05
用双齿鉸刀鉸孔	0.5	25.2	+0.1	25.26	−0.03
用双齿鉸刀鉸孔	0.15	25.35	+0.1	25.41	−0.03
用五齿鉸刀鉸孔	0.1	24.45	+0.1	25.51	−0.03
用三齿鉸刀鉸孔	0.1	25.55	+0.1	25.61	−0.03
用三齿鉸刀鉸孔	0.1	25.65	+0.05	25.69	−0.02
用五齿鉸刀鉸孔	0.05	25.7	+0.05	25.74	−0.02
第一次鉸第三和第四錐体——四齿鉸刀	1.75	15.9	+0.1	15.96	−0.03
第二次鉸第三和第四錐体——五齿鉸刀	0.65	16.55	+0.05	16.58	−0.02
鉸第一和第二錐体——五齿鉸刀	0.04	25.74	+0.05	25.78	−0.02
鉸第一和第二錐体:					
五齿鉸刀	0.04	25.78	+0.05	25.82	−0.02
五齿刮削鉸刀	0.02	25.8	+0.05	25.84	−0.02
鉸第三和第四錐体:					
十齿鉸刀	0.15	16.7	+0.05	16.74	−0.02
五齿刮削鉸刀.	0.05	16.75	+0.05	16.79	−0.02

口徑 7.62 公厘槍管鉸刀导向桿的長度在 35～45 公厘之間；导向桿的直徑等于槍膛的孔徑并有負 0.02 公厘的偏差。大口徑槍管，导向桿的長度稍微大些（40～100公厘）。

鉸刀由 У12А 碳鋼制成，并經过淬火和低温（170°C）回火处理以便获得高的硬度（$Rc=62\sim65$），这种硬度对于提高鉸刀切削刃的寿命是必需的。

必須指出，彈膛各段（主要是大錐体部）表面的最后修整对某些槍管(ДП)要利用特种木制心軸（圖 198）及細砂紙来进行。

心軸的錐形部分用砂紙包好，放入彈膛，心軸和砂紙一齐旋轉时，將彈膛表面打磨。

加工彈膛各段所应用的各种鉸刀列于表 25 中，由此可以看到，使用得最普遍的，对于加工第一和第二錐体，是双齿、五齿和六齿鉸刀，对于第三和第四錐体的加工，是六齿鉸刀，而彈头进口的加工則是十二齿鉸刀。

考虑到表 25 所列的数据，有可能减少刀具的数目，以限制已被广泛使用的刀具式样。也就是：

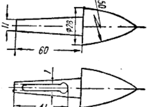


圖 198 彈膛修整用心軸

1. 双齿鍃鑽应用在加工第一和第二錐体的第一工步。

2. 双齿鉸刀应用在第一和第二錐体的以后的加工。

3. 六齿鉸刀应用在第一和第二錐体的最后修光；其中最后一把鉸刀的切刃为负前角，它起刮的作用，因而使彈膛表面达到所要求的光潔度。

4. 六齿鉸刀应用在第三和第四錐体的加工；其中一把鉸刀

表 25

彈膛的各段	槍管的种类	鑽头	鍃鑽	鉸刀的齿数								
				2	3	4	5	6	8	10	12	总計
第一和第二錐体的加工	ДП	1	—	2	—	—	4	2	—	1	1	11
	ПТРС	—	1	2	2	—	5	—	—	—	—	10
	ПТРД	—	—	1	—	—	2	—	1	—	—	4
	ШВАК	—	—	1	—	—	—	2	—	—	1	4
第三和第四錐体的加工	ДП	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	5
	ПТРС	—	—	—	—	1	2	—	—	1	—	4
	ПТРД	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	3
第五錐体（彈头进口）的加工	ДП	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1

为負前角。

5. 十二齿变齿距鉸刀用于彈头进口的加工。

在外国，尤其是在美国，步槍和机槍彈膛的預鉸常用六把刀具，精鉸用八把刀具；用鉸刀和鑁鑽作为切削工具。

§ 57. 預鉸和精鉸彈膛的机床

預鉸和精鉸彈膛应用下列各种机床：車床、轉塔車床、鑽床以及特种机床和床头。

对机床的基本要求是，它允許能同时夾持所要求数目的鉸刀，并能將鉸刀迅速的裝在工作位置上。因此，特种机床、轉塔車床和帶多刀旋轉头的車床是最合适的。

工厂里使用下列机床：1)布拉特——維特涅(Пратт-Витней)式轉塔車床，2) 比里德斯(Бюлбдерс)車床，3) "紅色無产者ДИП—200型"車床，4) 索夫宾德 Совбенд 車床和簡單的專用裝置（圖 199）等。上述各种車床，其主要（旋轉）运动傳遞給固定在特种夾具中的槍管，夾具則与机床主軸相联系，而进給运动（到要求的長度）傳給切削刀具，刀具用手送进。

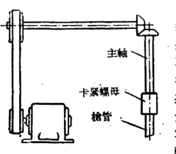


圖 199 鉸孔裝置圖

特种机床的主要（旋轉）运动傳給刀具，而进給（到所要求的長度）运动可以傳給与車头相連的刀具，也可以傳給槍管。該机床的刀具固定在使其旋轉的多軸旋轉头上。像六角車床和其他机床一样，刀具对准槍膛中心綫的裝定是借迴轉的方法順序地进行。槍管固定在机床床架上。

Бюльдерс 比里德斯轉塔車床利用瑞福司(Ривс)傳动裝置(它允許以 60～180 轉/分的速度进行加工）得到主要运动的無級調整。在主軸和馬达轉动軸上裝有兩个圓錐盤，皮帶就架在它們的

上面。当一对圆錐盤分开或者合起来的时候，因为直徑的改变，速比也就發生变化，这样主軸轉速亦随着改变。

用專用夾头（圖 200）和防止槍管变弯的中心架將槍管夾持在机床上。槍管裝入和主軸相联結的夾头的孔中，并將主軸螺母拉到卡头的圓錐部分，將槍管固定在主軸內。

刀具（鑽头、鏍鑽、鉸刀）利用專用夾头（圖 201）安裝在轉塔內。

所需要的鉸刀进入量由量規来决定。槍管端面是調整的主要基准。按照所要求的进入量并以定位擋塊的平面为准安裝鉸刀（圖 202）。旋轉舵盤时，刀架帶着轉塔向前造进，一直到槍管的端面碰到的擋塊，然后將螺柱擰得与梳狀齿条的凸出部的表面接触。这样，彈膛鉸刀进入彈膛部分就被梳狀齿条的凸出部頂在螺柱上所限定。

为了保証彈膛被加工各段和槍管膛綫部分的同心度，鉸刀在轉塔刀架上不是剛性固定的，以便鉸刀軸心和槍管軸心有相对位移的时候，鉸刀可以移动。

圖 203 所示为在"紅色無产者"車床上安裝槍管的簡圖。槍管固定在三爪卡盤和支架上。为了保証鉸刀的基准桿能伸进槍膛

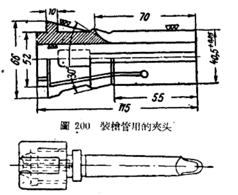


圖 200 裝槍管用的夾头

圖 201 裝鉸刀用的夾头

內，槍管尾部要这样的裝在支架上，使它能够依靠不大的間隙作徑向移动。

在德国用轉塔車床加工彈膛时，机床上裝备有轉塔刀架或者是各种可換刀夾，槍管固定在專用夾头上并由兩个支架加以支持。夾具裝在用十字手柄轉动的刀架上，各种刀具依次裝在夾具中。在槍管旋轉时，用手將刀架来回移动。油在压力下經过空心工作軸和槍管，將切下的切屑排出。

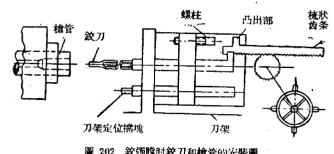


圖 202　鉸彈膛时鉸刀和槍管的安裝圖

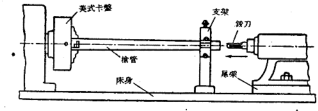


圖 203　在車床上鉸彈膛时的裝置圖

制造某些槍管时，在第二道工序应用特种的最簡單的裝置以鉸彈膛。利用夾紧螺母將槍管固定在主軸內并以 66 轉/分 的速度使其旋轉。鉸刀进入要求的長度是受固定在鉸刀上的环和槍管端部相碰所限制。鉸刀桿上的环由量規来安裝并用螺釘加以固定。

彈膛手工光整时，鉸刀进入要求的長度亦受槍管端部和擋环相碰的限制。这样，槍膛表面和槍管尾端面就成了进行彈膛加工

的全部工序的基准。使用这样的基准，就可以得到彈膛各段必需的配合一致并且保持它所要求的尺寸精度。

在机床上这样确定基准的可能性用下列方法来达到：一方面是用鉸刀或者槍管非剛性固定的方法，以使槍管或者鉸刀当它們的軸心不重合时，可以稍微的移动一些；这还可以保証基准桿进入槍膛，并避免鉸刀弯曲。另一方面，可以由鉸刀环直接頂在槍管端面或頂着裝在槍管端面中間擋塊来保証基准的可能性。这是正确的完成鉸彈膛工序的最重要条件。

在必要的情况下，在特种机床上利用勾形切刀在彈膛表面上形成列維里槽(канавка ревлли)。槍管固定在夾具中，夾具与一种机構相联，使得切刀沿槍膛每走刀一次后槍管轉动一次，切刀按照具有形成列維里槽的各段彈膛的形狀的模板作前进运动，并依次地將槽鉋成同一深度，每一个槽鉋几刀，所有的槽經过每一次走刀之后，模板的高度位置便自动的改变，因而車刀就更深地切入槽中。

§ 58. 潤 滑 冷 却 液

目前加工彈膛时使用下列潤滑冷却液：1.亞麻子油（75%）和紗錠油（25%）的混合液；2.重油——肥皂——石臘乳剂；3.純亞麻子油。

亞麻子油是保証所要求之表面光潔度所公認为最好的液体。由于目前这种油还缺乏，因此在預加工各工序中用各种乳剂加以代替。

§ 59. 彈膛制造正确性的檢驗

所有槍管的彈膛都用量規檢驗其尺寸并檢驗表面的加工光潔度。檢查尺寸使用下列量規：

1.界限量規，2.对称性量規，和 3.橢圓度量規。

实际上使用的几种界限量規是：刻稜量規（圖 204*а*）、凸緣端面有凸起的量規（圖204*б*）和帶有台阶的圓錐量規。在所有情

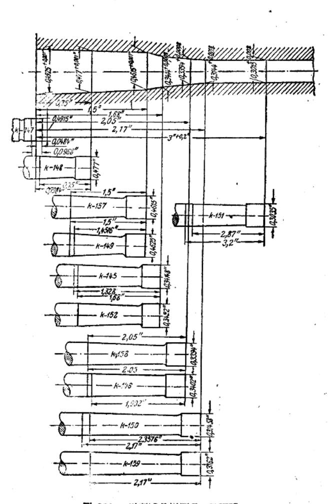


圖 204a 用刻綫量規測量 ДП 彈膛

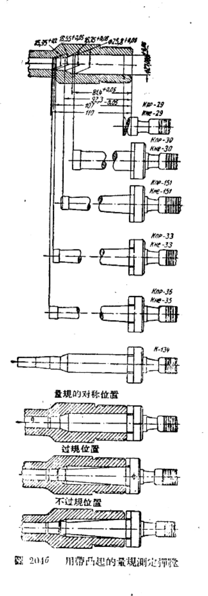


圖 204б　用帶凸起的量規測定彈膛

况下，被檢驗尺寸的正确性要由槍管端面对量規的檢驗部分的位置来判断。例如，在用刻綫量規时，槍管尾端面应該在刻綫之間；而在使用第二种量規时，槍管端面就要和通过量規凸起端面接触并和不通过量規凸起端面形成一間隙；最后当使用第三种量規时，应該使槍管端面在台阶地帶之內。

第二种量規应該說是最合适的量規。

彈膛各段同心度的量規（圖 205），是通过量規，插入彈膛后它的边緣应抵在槍管的端面上，不透光也不摆动。

橢圓度的量規是不通过量規，这种量規要在几个方向檢驗彈膛。

表面加工的光潔度可以用肉眼来檢驗，也可以利用鏡子，也就是利用插入彈膛并帶有被磨光和拋光表面的金屬桿来檢驗。“鏡子”应用在第一和第二、第三和第四錐体和彈头进口表面光潔度的檢驗。鏡子也可以应用在其他的組合中。

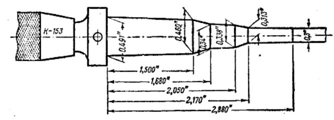


圖 205　檢驗 ДП 彈膛各段同心度的量規

在很多情况下，彈膛表面最終加工的質量要用和标准件比較的方法加以評定，所謂标准件就是帶有为彈膛所容許的各种缺点的样品。

在克留格 Крюгер 專用机床上鉸彈膛

从 1941 年开始，克留格十軸半自动机鉸彈膛是兵工工業所使用的高生产率方法之一。

使用克留格机床鉸彈膛时，彈膛的加工方案目前包括下列二

个工序：

1.在克留格机床上鉸彈膛。

2.彈膛的手工光整。

克留格机床鉸彈膛使用下列刀具：

1.第一錐体的双齿鎯鑽。

2.第一錐体的双齿阶梯鎯鑽。

3.第一和第二錐体的四齿鉸刀。

4.三把鉸第一和第二錐体的六齿鉸刀。

5.三把鉸第三和第四錐体的六齿鉸刀。

彈膛手鉸使用四把刀具，其中兩把按需要程度而定。

1.第五錐体的十二齿鉸刀。

2.第三和第四錐体的六齿負前角鉸刀。

3.第三和第四錐体的六齿正前角鉸刀（根据需要）。

4.第一和第二錐体的六齿正前角鉸刀。

最終加工是用包在專用桿上的砂紙清理第一和第二錐体。

生产过程这样的安排是比以前完善了一些，同时生产率也大大的提高了。

在克留格机床上鉸彈膛所用刀具特点如下：

1.刀具由 PΦ-1 鋼制成。

2.鉸刀和鎯鑽中都有內槽，以便对切削刃供給潤滑冷却液。潤滑冷却液通过在鉸刀尾部鑽出的兩个斜孔压入內部縱槽，再

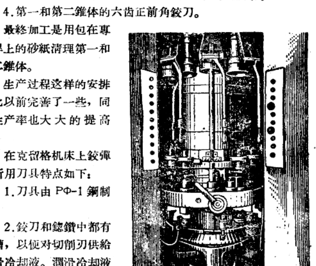


圖 206　克留格厂十軸半自动鉸彈膛机的主軸轉筒視圖

經过鑽在导向桿上的兩个斜孔挤到切削刃上。

3.第一第二和第三第四錐体的六齿鉸刀做成不等齿距，而它們互相之間仅有一个基本直徑尺寸的不同。这就有可能按照鉸刀的磨损程度，將最后工步的鉸刀用在前面的工步中，这样就大大的提高了它的寿命。

在工艺过程中，彈膛的鉸孔工序要一个紧跟一个。这时在克留格机床上的加工要在槍管尾端面各部位最后加工及热处理之后进行（如果采用热处理的話）。

克留格机床（圖 206）有 10 个工位—— 一个裝料工位和九个工作工位。槍管固定成垂直位置。順序排列的各槍管在加工过程中取下和裝上。槍管裝在定位銷，用夾头夾紧槍口部分，并以适合于各个工位的速度旋轉着。槍管安裝得正确与否要用每一个軸上的千分表加以檢驗。刀具不旋轉而只作前进移动。

机床为液力傳动，由电器来操縱。机床前面的电扭操縱可以做半自动工作循环或者是一步接着一步(step bystep)的循环。

在把槍管安裝在裝料位置之后，主軸轉筒旋轉$\frac{1}{10}$，并固定着，此后將旋轉运动傳給主軸，然后刀具的工作台快速向上移动，將刀具引近槍管。刀具的进給由固定在週期地旋轉的环上的單独的凸輪来实現。工作送进結束时，工作台下降到原来的位置，而主軸轉筒重新旋轉$\frac{1}{10}$轉——循环重复的进行。

每一把刀具都备有特种保險裝置；过載負荷时，工作台自动的退到下方，操縱板上的紅灯就点着，指出那一个工位發生了过載荷。

机床的特点是：

1.除了主軸外所有的旋轉运动都用液力。

2.工作台帶着刀具快速进給和退出。

3.运动由标准式样的液压缸来实現（除去工作台的快速送进）。

4.主軸垂直的配置可避免槍管弯曲和使切屑分离方便。

机床之主要部分是：基座，中心柱，帶刀具的工作台，分度裝置，側架和主軸头。三个互相等距离的鑄鉄柱將基座和主軸头連在一起。

中心柱固定在机座和机头上，作为帶有刀具的工作台和主軸头旋轉机構的支承。

主軸（圖 207）的傳動是由一个馬达經过三角皮帶傳動裝置来实现。需要的轉数可借适当的选擇齿輪 A 和 $Б$ 的速比来确定。主軸回筒旋轉后，利用离合器 B 使主軸旋轉。位于裝料工位（圖的左面）的主軸沒有傳動裝置。

刀具軸固定在工作台$Д$上。用油压將工作台上昇或下降。

工作台 $Д$ 上有个导环Ж，齿輪 $З$ 沿該导环自由的轉动。齿輪上固定有九个凸輪，其外形根据九个工位中每一个工位上刀具所要求的进給量而定。和刀具軸相連的滑輪 $И$ 沿上述的凸輪滑动。在齿輪 $З$ 作週期(在兩个方向)迴轉时，刀具軸随着被送进，这种週期迴轉运动，由兩个把往复前进运动傳給齿条K的液压缸来实現，齿条K經过小齿輪和花鍵軸把运动傳給和齿輪$З$相嚙合的齿輪。

主軸轉筒M借助于將往复前进运动傳給齿条 H 的液压缸 1 旋轉1/10。齿条使小齿輪和齿輪 O 旋轉，齿輪 O 和內齿輪П嚙合，后者被固定在主軸轉筒上。

在工作行程当中，活塞式离合器 P 和小齿輪相嚙合，而在活塞回程当中，它被液压缸Ⅱ从嚙合中分开。因此，当缸Ⅰ为回程时，运动將不傳給主軸轉筒的旋轉机構。

定位銷 C 用以保証槍管和刀具准确的相对位置，主軸轉筒旋轉 1/10 之后，它跳入主軸轉筒的穴內。定位銷用液压缸Ⅲ来傳动，此缸同时接通离合器 B，以便將旋轉运动傳給主軸。因而只有在轉筒被固定之后，才可以开动主軸。

在"克留格"机床上解决了刀具快速更換的問題。为此目的，当刀具安裝在机床上之前，应用安裝样板將刀具准确的安裝至一定

高度。

冷却刀具用的液体用專門的泵打上，幷携帶切屑向下流到圓形油盤中，然后落到沉淀器中。

机床的生产率——大約一小时 50 根槍管。

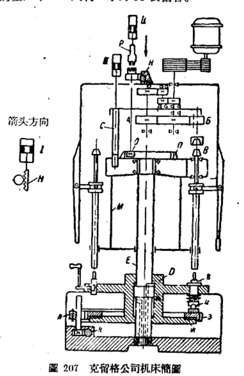


圖 207 克留格公司机床簡圖

第九章 槍管校正

§ 60. 槍管校正的功用

槍管校正和槍管毛坯校正一样，对于槍管的机械加工具有非

常重大的意义。正确的校正决定了一系列槍膛外圓車削工序的成果。应該指明，深鑽后在机械加工过程中，根据口徑和个别工序的特点进行5～8次槍管校正。通常，槍管要在預車外表面之前，在淬火和回火之后，在用拉刀拉槍膛或鉸槍膛之前，在挤压膛綫之后，在每道車外圓工序之后和鍍鉻之前均須进行校正。

如前所述，槍管在深鑽后不可避免地要变弯，已变弯的槍管的外圓車削会使槍膛和外表面产生偏心度，和很大的壁厚差，这是不能容許的。所以为了得到对槍膛的同心表面，在外圓粗車之前，应該校正槍管。

另一方面在車外圓之后，虽然使用了中心架，但是由于車刀的压力和金属平衡狀态被破坏，槍管也要重新变弯。当热处理时，槍管变弯也是可能的。所有这一切都决定了在用拉刀拉槍膛和鉸槍膛之前，必須要校正槍管。用鉸刀和拉刀加工变弯的槍管时，可能使表面产生划痕或使刀具折断。

如上所述，挤压膛綫会給特别薄槍管帶来弯曲；因为以后的車外圓工序是最后工序，所以在这时校正槍管就成为必須的了。

鍍鉻前的校正是这一过程的特点：在变弯了的槍管中鉛桿（陽極）对槍膛全長表面上所有的点將不能严格地处于中心位置上，因此鉻層就会不均匀。

槍管校正与槍管毛坯的校正相似，使用同样的設备和工具。但是必須指出，槍管校正工人应是非常熟練的，因为工序的成敗决定于他的經驗和技巧，該工序的最大困难和复杂处是确定弯曲起点。我們認为，槍管校正工人的訓練时間，要以六个月来計算。

在生产中用兩种方法来决定槍管的弯曲，即陰影法和光学法。陰影法用的比較普遍。

§ 61. 檢查槍膛直綫性的陰影法

陰影法的实質就是將槍膛对准放在光源和槍管端部之間的遮光板，在槍膛表面上出現有陰影，由它的外形，就可以决定槍管

的弯曲的存在及弯曲的地点。

檢查之前要把槍膛壁擦淨，將槍管放在一个支架上，并以一端对准放在光源前面的遮光板上。苏联各厂为了这个目的一般采用窗框（圖 208）。在將槍管端面置于在距眼睛 5～7 公分之处，并將視綫集中在槍膛表面的前半部后，小心地把槍管朝着遮光板的一端昇起，一直到遮光板或窗架在槍膛下部表面沒有投影为止。应該这样移动槍管，使得只看到遮光板的一个不大边緣，但如由槍管尾端来看，可以完全看到槍口圈，而且陰影輪廓的頂部与槍口部分的端面相接触。因为根据远視法則，圓柱在肉眼看来总是圓錐，所以在直的槍膛表面上陰影輪廓就成为一个底边向着观察者眼睛的三角形（圖 209）。三角形的底边是在位于它附近的光环上。

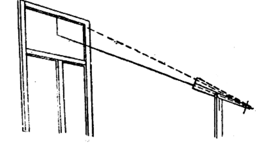


圖 208　按陰影法檢驗槍膛

圖 209　标准的陰影輪廓

陰影三角形的高由下列經驗公式确定：

$$h=\frac{a+l}{2}$$

式中 h——为三角形的高；

a——是眼离槍管端面的距离；

l——是槍膛長度。

因为眼离槍管端面的距离不大，所以陰影三角形的高，差不多等于槍

膛長度之半。因此，为了确定槍管全長的曲率，應該从槍尾部分和槍口部分檢驗槍膛。同时为判断槍膛直綫性，必需用四个陰影来比較。为此，在得到第一个影子之后，將槍管繞軸心旋轉 180°，然后旋轉 90°，再重新轉 180°。

如果槍管是弯的，那么在槍膛表面上的影子將不成一个等腰三角形，而將按照弯曲性質成为其他的輪廓。槍管弯曲可以是簡單的（傾斜的）也可以是复杂的。当簡單的、傾斜的弯曲，其弯曲度位于离朝着遮光板的槍管端面 ¹/₄ 处时，陰影的外形如圖 210～213 所示。在圖 210 上，陰影的三角形拉長了，并且他的斜边亦凹进去了；这表示弯曲度向下。当弯曲度的位置向上时，陰影的三角形縮短了，它的兩边变成了凸形（圖 211）。如果弯曲度向右或向左，那么此三角形的左边或右边就凹进来，而其对边則凸出来（圖 212 和 213）。

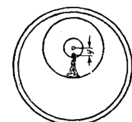


圖 210 弯曲度向下

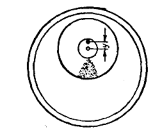


圖 211 弯曲度向上

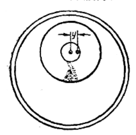


圖 212 弯曲度向右

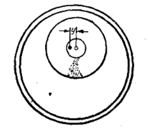


圖 213 弯曲度向左

如果槍管在距端面 $^1/_4$ 处帶有急剧的較严重的弯曲时，那么影子的輪廓便是兩个边曲折很大的三角形。在圖 211 所示的影子情况下，弯曲度是向上，这时如果將槍口部分昇起，而又不使前面影子的頂部和槍口端面接触，那末在三角形兩边的凹下处，將很清楚的看到光亮的斑点。如果弯曲度向下，那么影子的輪廓就会改变，濃黑的影子就移到环的中部（大約），然后几乎被直綫所截断，繼而又变成三角形，但是帶有較小的底边（因此形成凸肩）和圓頂（圖 214）。

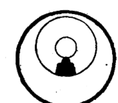


圖 214 弯曲度向下



圖 215 弯曲度向右

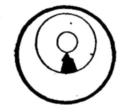


圖 216 弯曲度向左



圖 217 弯曲度在中間

当弯曲度被轉向左（左字似应为右字——編者）方时，三角形的前面部分（大約在影子至高的 $^1/_3$ 左右处）有一点向右移动，而三角形的后面部分有凹下去的右边。在旋轉槍管使弯曲度向右时所得到的影子，如圖 215 所示。如果槍管繞軸心旋轉，影子就改变成如圖 216 所示的形狀。

当弯曲度靠近槍管中心位置时，組成总陰影的兩个陰影形狀

的对比成反方向的改变，即后部陰影形狀的高減小，前部陰影形狀的高增大。当槍管的弯曲度在中心位置时，后部陰影形狀的高大約要比前部陰影形狀的高小 $^2/_3$。假如这时弯曲度向下，則在兩个陰影三角形之間將有光綫的間断（圖 217）；前面的三角形成規則圓形的長三角形，后面的三角形为凸边三角形。在將槍管旋轉180°时，弯曲度变为相反的位置，影子亦改变如圖 218 所示的样子。

当槍管在兩个不同平面的地方，例如互成 90°，有弯曲时，第一个弯曲度和槍管中心相重合，並且其方向向下，而第二个弯曲度在距朝着遮光板的槍口 $^1/_4$ 槍管長度处，並且其方向向右时，那么槍膛中的影子为帶凸边和鈍頂的三个圓形（圖 219）。



圖 218 弯曲度在中間

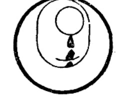


圖 219 弯曲度在兩个地方

这样反映在弯曲槍膛表面上的影子的特征，系根据槍管弯曲的性質来改变，这就使經驗丰富的檢查員（校正工）有可能精确的确定弯曲度的位置和它的大小，然后再进行校正。槍膛用兩眼来檢查，弯曲处用粉笔記出。

某些外国工厂，使用稍微不同的陰影檢驗法，即所謂光环法。利用这种方法时，將槍管放在兩个空心的錐形頂尖中，穿过每个頂尖頂部的孔，由槍管一端將光綫通入槍膛，檢查員可由另一端檢查槍膛，光束在通入槍膛之前穿过放在錐形頂尖內的黑玻璃板。該板上有一个平均直徑为 4.45 公厘的透明环。光綫穿过这个环射入槍膛並由槍膛壁反射出距檢查員眼睛不同距离的一系列光环，如果槍膛軸心非常直，那么光环就显出是同心的，否則，光环就在槍膛弯曲处偏心地移动。

§ 62. 利用"点"仪器测定槍管的弯曲

"点"仪器（圖 220）是一个自动对中心的空心量规，它紧密地無晃动地与槍膛壁連接着，这样仪器軸心与槍膛軸心就合而为一了。仪器中心管的兩端，有二个直徑不同的膜片，小的 0.5公厘，大的 2.2 公厘。大膜片的前边，装有上面画了点的賽璐珞遮光板。

为了檢查槍管的直綫性，仪器由槍口部分装入，并將槍管放在兩个支承上使它对准距槍管 3～5 米远的乳白色电灯。

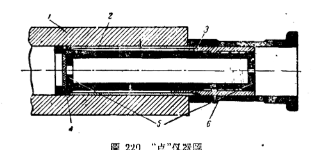


圖 220 "点"仪器圖

1—槍管；2—校准管；3—中心管；4—遮光板；5—膜片；6—彈簧。

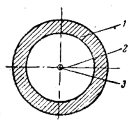


圖 221 直綫槍管

1—無光澤的环；
2—光圈；3—点。

在利用仪器檢查槍膛时，如果槍管是直的，那賽璐珞圓板上的点將位于可見的与槍口相符的光圈中心上，而当槍管繞其軸心旋轉时仍能保持它的中心位置（圖 221）。檢查时，旋轉槍管而不旋轉仪器。

如果槍管不直，那么賽璐珞圓板上的点就表现对光圈中心有移动，而当旋轉槍管时，仍保持它的相对位置；光圈中心对点的移动方向，表示槍管的尾部对口部的弯曲方向。

但是应該考慮到，仪器上賽璐珞圓板上的点亦可以和仪器的校准部分相对的移动。如果賽璐珞圓板上的点对仪器校准部分移动不多，那么在直綫槍管中，当它旋轉时，点就描出一个同心圓，該圓的中心与光圈（圖 222）中心相重合。当賽璐珞圓板上的点移动很显著时，必須把它更換，將新圓板放上，这个板上的点应准确地位于中心。

使用仪器时，仪器上賽璐珞圓板的点在槍管弯曲的情况下有一点移动，点所描出来的圓的中心对于光圈中心亦將移动；光圈中心的移动方向就表示出槍管弯曲的方向（圖 223）。

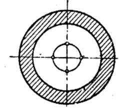


圖 222　点的移动不大；槍管是直的

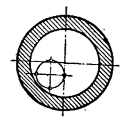


圖 223　槍管是弯的

該仪器只能确定槍口部分和槍尾部分的相对位置，并不指出弯曲地点。仪器要求小心地观察和精确地用直槍管来校正。在檢查長槍管的槍膛直綫性时，应該考慮到它在兩个支座間下垂的可能性，所以在这个地方任何的輕微压力加在槍管上是不能容許的。

第十章　槍管的外部加工

§ 63．槍管的外部車削

槍管的外部車削一般包括兩个工序——表面的粗車和精車。

粗車經常是在槍膛深鑽和粗鉸之后进行，但在个别情况下，例如，制造勃郎林 Брен 和 ШВАК 槍管等时，槍管的車外圓是在深鑽之前进行。当粗車在深鑽之前进行时，那么外部加工总

余量的值就要加大。

枪管外表面的最后車削在形成膛綫之前进行。这在用挤压法形成膛綫时特别重要，因为这时推进冲头时的軸向力减少了。

枪管在車床的兩个頂尖上或在頂尖和卡盤上車削，这时，既可以將工序划分为先从枪管尾部車削，然后再从枪口部分車削，也可以同时加工全部表面。

車削外表面时，多半同时形成用以裝配枪管某些零件和枪管圖上所規定的部分（錐形斜面等等）。为了使这些部分具有所要求的形狀，这时要进行靠模車削。这一工序常常是利用多刀具刀架来完成，这就在很大程度上縮短了机动时間，并且促进了生产率的提高。

但是，随着同时工作的車刀数目的增加，枪管所受压力也要增加。这种压力可能增加到如此的程度，以致于必須要減小进給量，因而也就是使加工变慢。所以使用多刀法的可能性是随着枪管壁厚度的增加（例如：大口徑的机枪枪管的加工）而增大。

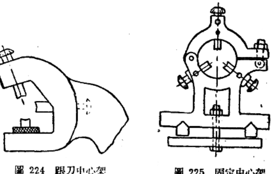


圖 224 跟刀中心架　　圖 225 固定中心架

車枪管时，經常使用中心架（圖 224 和 225），这些中心架在一点或几点上支持枪管，以免枪管由于車刀压力而弯曲。为了在中心架上夹持枪管，在同一車床上要預先車出环形短軸頸，同时要注意軸頸对枪膛严格的同心性。这就迫使我們使用專用夹具（圖

226）来車軸頸。根据量規把槍管裝在夾具上，幷用螺釘調整它的位置。把槍管和夾具一起裝在机床上，然后車軸頸。

車削槍管，照例是用較大的切削速度和不大的进給量，例如，有一个工厂，在粗車口徑 20 公厘的槍管时，切削速度定为 62 公尺/分，进給量为 0.48 公厘/轉，而粗車口徑 12.7公厘的槍管时，切削速度則定为 35 公尺/分，进給量 0.3 公厘/轉。当精加工第一种槍管时，切削速度采用 37.5 公尺/分 和进給量 0.26 公厘/轉。操作时，采用銲有硬質合金刀片的外圓車刀。冷却液用乳剂。走刀次数决定于切削深度、余量大小和裝在刀架上的車刀数目。

現代加工槍管用的車床应該备有自紧卡盤、滚輪中心架、自动回刀的运动和夾具以及自动开动和停止冷却的裝置。冷却应該

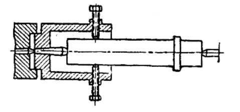


圖 226 車軸頸用的夾具

是充分的，以便使槍管的全長都被冲到而不致过热。

現在我們研究几个槍管外圓加工的例子。在德国实际生产中，毛painted槍管在車外圓时，最少要在兩个地方使用中心架固定。因此要在槍管上車出兩个軸頸（軸頸寬約 30 公厘）。此工序在双刀架机床上完成（与圖 227 所示的相似）。因为槍管和它的長度来比显得很細，所以为了确定中心架位置而把套筒裝在槍管上幷使与預先鏜的孔同心；車完軸頸之后，再把套筒取下。

車削槍管全部外表面要在按靠模原理工作的有三个刀架的車床（圖 228）上进行。槍管裝在卡盤內或机床頂尖上，幷由兩个中心架来支持。三把車刀中的每一把都裝在备有滚輪的特別刀架座1（圖229）上，滚輪由强力彈簧压在机床后部的靠模尺 2 上。

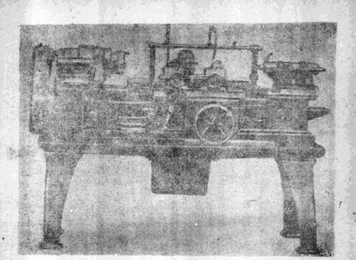


圖 227 車軸頸用的双刀架机床

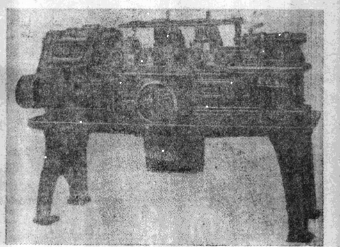


圖 228 車削槍管的三刀架机床

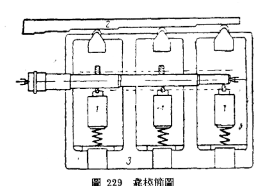


圖 229 靠模簡圖

刀架座 1 固定在总刀架 3 上。当刀架 3 作縱向运动时，車刀作横向运动，这运动与靠模尺 2 的凸凹部分相适应，这样就將靠模尺的形狀傳給了被車削的槍管。

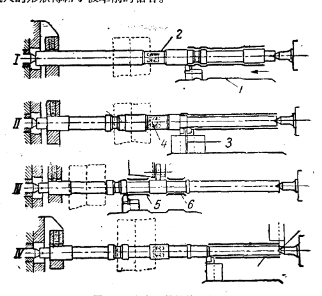


圖 230 勃郎林机槍管的車削

勃郎林机槍槍管的外部加工先从加工端面、打中心孔以及为了車外圓时在中心架上支持槍管而在錐体部和中部車出短軸頸开始。槍管外圓車削順序，如圖 230 所示。槍管尾部按照靠模尺 1，用鑲硬質合金片的車刀，以进給量 0.11公厘/轉和每分鐘750轉来車削。槍管固定在 *BSA* 快速車床的卡盤上，并用滾輪中心架支持在軸頸 2 处。槍口部分利用兩把車刀 3 車圓柱体，車到直徑为 24.76 和 25.9 公厘，要以进給量 0.075 公厘/轉 和轉速 每分鐘 750 轉，用中心架 4 支承进行車削。軸頸 5 和 6 以 0.11 公厘/轉的进給量和每分鐘 750 轉的轉速 进行車削，同时利用兩个中心架支持着槍管。用前刀架上的一把刀將槍口部分二次車削到直徑为$21.2^{-0.25}$ 公厘，同时用后刀架的一把刀在槍口端面倒稜。

外表面的精車是以同样的順序，利用同样的車床和半精車刀进行。

在美国斯普林費尔德(Спрингфильд）兵工厂大口徑机关槍和 Garand 式M—1 步槍的槍管，大致是以同样的加工順序車制。初步工序是磨中心架的軸頸，然后在 Fay 型多刀半自动机床上由槍尾方面車槍管。此机床有兩个刀架，前刀架上裝有七把縱向車刀，后刀架上裝有兩把端面車刀。为了由槍口部分加工槍管，在前刀架上裝有五把与頂尖中心綫成某种角度作縱向进給的車刀（圖 231），后刀架上裝有一把用以在槍口端面倒稜的車刀。


圖 231 在Fay型多刀半自动机床上由槍口方面車削槍管毛坯时的安裝情况

槍管加工所用的机床也可以是普通車床，它利用沿着裝在中心架上的槍管 2 旋轉的圓盤刀 1（圖 232）来加工。虽然这些机床的生产率不很高，但是依靠使用成形車刀，不必用靠模裝置就能

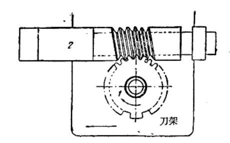


圖 232 用圓盤刀加工圖

加工具有任意形狀的槍管，并适用于加工空气冷却的机槍管的散热片。

§ 64. 切制槍管螺紋的特性

在槍管上切螺紋是为了連結槍管和机匣，以及为了結合槍管和导气箍，槍口駐退器等。在第一种情况下，或者采用三角螺紋（在不需很快更換槍管时），或者采用方牙螺紋（在需要很快更換槍管时）。为了更好地滿足这个要求，一般是將方牙螺紋再銑去三个扇形部分，因此，在槍管的表面上得出断隔螺紋。

当槍管与机匣用螺紋連結时，其在机匣中的位置由待配成套的零件的螺紋起点或終点来决定。設在槍管上切螺紋时，所得到的起点在点 a 处（圖 233），而在机匣里切螺紋时所得出螺紋槽的末端在点 b 处。当用螺紋連結槍管和机匣时，槍管进入就为点 a 和点 b 的重合所限制；当繼續擰入时，槍管螺紋的第一圈將切入机匣的金屬中，即使可以容許也只是在不大的限度內。这样，槍管將不

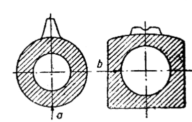


圖 233 槍管及机匣螺紋的起点

能擰到位，因此若干个別的部件，例如，槍管上的准星及机匣上的表尺將不能互相对准。

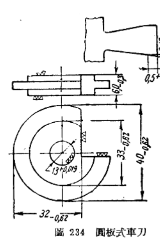


圖 234 圓板式車刀

这一情况，使得对零件的制造和裝配的工艺过程的制定和对于个別工序的拟定均应特別注意。很明显，在这种情况下的基本要求是保持螺紋起点的一致性以及由螺紋起点加工配合部件。

根据配合成套零件的外面部分的性質，这个問題有各种不同的解法。例如可用下列各方法达到螺紋起点的一致性。

1. 在适当調整机床的情况下，根据螺紋起点切螺紋。

2. 在配合成套零件的一个零件上根据起点切螺紋及在另一个零件上从任意点上切螺紋，但以后要在靠模銑待配零件的仪器中，固定并划出螺紋的起点。

3. 由任意点切螺紋，随后在由起点加工定准部位时，要按螺紋配合程度用量規挑选待配成套的零件，或者在加工指定的部位之后和利用它們作为切螺紋的基准再来切螺紋。

4. 在裝配过程中选擇待配成套的零件。

所有这些方法在不同的程度上被采用于槍管加工上。

第二个方法是在形成必須对准的部位之前，不考虑起点，切削槍管螺紋，而机匣上的螺紋則按起点切削。

以 ДП 槍管为例。在普通車床上用 РФ1 鋼作成的圓盤式車刀（圖 234）在槍管尾部切出連接机匣的螺紋。

槍管在机床上的安裝如圖 235 所示。槍管的槍口端裝在卡盤

上（圖 236），而尾部裝在頂尖上。圓盤車刀固定在机床刀架的夾具上（圖 237），并將車刀对着槍管安裝，如圖 238 所示。用硫化油作为潤滑冷却剂，借以获得相当光潔的表面。切屑的厚度

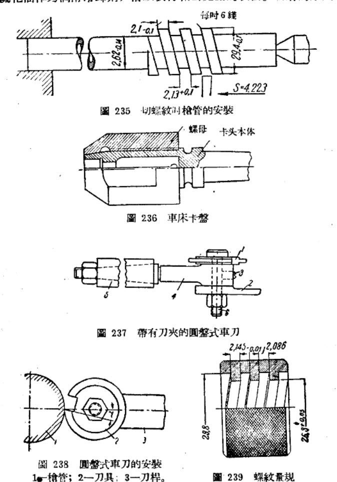


圖 235 切螺紋时槍管的安裝

圖 236 車床卡盤

圖 237 帶有刀夾的圓盤式車刀

圖 238 圓盤式車刀的安裝
1—槍管；2—刀具；3—刀桿。

圖 239 螺紋量規

为 0.16 公厘，走刀次数至 14 次，其中最后的一兩次是精加工，目的在于使螺旋綫的厚度均匀，特别是在起点及終点。螺旋綫起点厚度的不均匀是由于工件对刀具在开始切削时的反作用力引起的，这个反作用力可使刀具折轉；在退刀时也产生类似的現象。进給量与螺紋的螺距相当，切削速度为 5.63 公尺/分。

用量規檢驗螺紋包括用界限量規檢驗螺紋槽的寬度、內徑，和用通过量規檢驗螺紋的螺距及螺絲的旋入情况（圖 239）。

在用量規檢查螺紋之后，利用專門的仪器确定其起点（圖 240）。仪器的內部尺寸相当于机匣的尺寸。將槍管擰入仪器中直到接触到擋塊的端面时为止，之后通过仪器的孔口作記号：在槍管的外表面及在其端面上划綫。这些刻綫作为在継續加工槍管尾端各部分及导气箍螺紋时的依据。

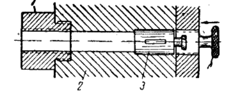


圖 240 确定螺紋的起点
1—螺紋套管；2—本体；3—擋塊；4—捻輪。

在这种仪器中，槍管所佔的位置就是將来它裝配在机匣中时应佔的位置。

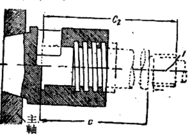


圖 241 用于切导气箍螺紋的裝置

机匣連接槍管的螺紋須根据起点来車制并考虑到螺紋槽的末端要与上述仪器的螺紋槽末端相对应。这个要求靠适当地調整机床来解决。

在槍管上切削导气箍的螺紋 槍管上的导气箍对于机匣应該永远佔有严

格的一定位置。所以在切削导气箍的螺紋时，利用断隔螺紋的起点作为基准。为了达到这一点，需將槍管安裝在与上述相类似的夾具中，它的內部尺寸是相同的。划綫时刻在槍管上的刻綫指出导气箍的螺紋在圓柱表面上点1处开始（圖241）。

使切削刀具接近圓柱上的刻綫，对于基点来說即可得到足够精确的螺紋起点。但是，在每次更換槍管时这样安裝刀具太麻煩，所以不希望这样作。因此，允許螺紋起点有一定的偏差，当以容許的公盈將螺紋擰入时可以消除导气箍擰不到位的偏差。

一般利用具有精确尺寸 C_2 的槍管量規来定期地調整机床。按照这个槍管量規安裝机床主軸上的夾具和刀具。当这样調整机床时，槍管螺紋的起点誤差由尺寸 C_2 的公差决定，这个公差越大，誤差也越大。

若尺寸 C_2 的公差大时，工厂为了消除螺紋起点的大的誤差，可將槍管选分成兩批或若干批。如果由加工一批具有最大尺寸 C_2 的槍管轉向加工一批具有最小尺寸的槍管时，刀架的上滑板就要向工件移动一个距离，其值等于相鄰兩批槍管的上限尺寸之差。

螺紋起点的角度誤差的值决定于尺寸 C_2 的公差，可以用下列方法确定。假定机床是根据尺寸 C_{2max} 調整的，而对于切削螺紋所裝的槍管是具有尺寸 C_{2min}。这样，螺紋起点的綫誤差就用界限尺寸的差数来求出。

$$\Delta C_2 = C_{2max} - C_{2min}。$$

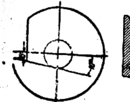




圖 242 切螺紋用的梳刀

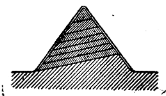


圖 243 梳刀切下的切屑

迴轉角 $\varphi=360°$ 与等于螺紋螺距的直綫位移相符合；据此，螺紋起点角度的誤差值为

$$\Delta\varphi=\frac{\Delta C_2 360°}{t}。$$

因为导气箍在槍管上的安裝应保証联結的强度，所以在选擇槍管量規尺寸时須考虑到螺紋配合不应完全到位，以便在槍管和导气箍擰合时能够擰紧。

槍管上用以联結导气箍的螺紋用梳刀切出（圖 242）。为了使載荷能均匀的分配到梳刀刀齿上，將梳刀刀齿切成斜角，但最后兩个齿除外。圖 243 所示为被梳刀切下的切屑断面。螺紋在一次走刀中切出。工序在普通車床上完成。

現在来研究在槍管上形成用以和机匣联接的断隔螺紋的工序特性。

在立式銑床上用与槍管光滑部分的外徑相应的成形銑刀（圖 244），在槍管上銑除螺紋，以形成断隔螺紋，同时，被銑出的各

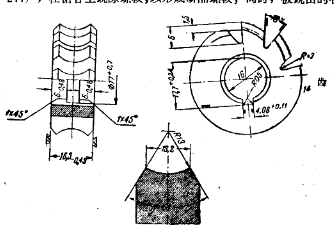


圖 244 銑　刀

扇形部分相互之間及对于螺紋起点应佔有严格确定的位置。这样

能保証槍管正常地进入机匣。因此确定这一工序的主要基准是螺紋起点，应根据这点制造夹具并在其上安装槍管。

在生产中此工序可采用不复杂的好像簡單分度头式的夾具。借分度机構的帮助，將槍管安裝在三个与切削刀具相对的位置上，这就使得銑出的各部分相互間达到很精确的定准。根据划綫时由螺紋起点所划的刻綫將槍管尾部安裝在夾具上。类似的裝置可以在严格确定了的断隔螺紋的基准（螺紋起点）的位置上將螺絲銑去。

在以后的切断隔螺紋端部的工序中应遵守所述的要求。为了便于很快的連接槍管和机匣，断隔螺紋的端部要切成某种角度（25°）。切断隔螺紋的端部可用端銑刀及圖 245 所示的裝置，在銑床上进行。

槍管安裝在特殊的能够在工作时將槍管轉动的夾具中。圖 246 所示为夾具的断面。槍管被位于兩个套筒之中的彈簧卡头 1 夾紧在夾具中。槍管始終紧固在很精确的位置上，这个位置被进入槍管上的槽中的銷 2 所固定。外套筒 5 具有和槍管螺旋綫相同的螺距，它擰入螺母 3 中。內套筒 4 能够在套筒 5 里面作軸向移动。在螺旋彈簧的作用下，套筒 4 企圖向右移动，因此，擰在套筒法蘭盤上的端面凸輪 6 压紧在滚子 7 上。

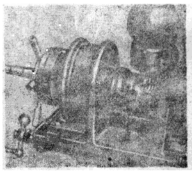


圖 245　在銑床上切螺紋端头的裝置

当用手柄 8 轉动套筒 4 时，槍管得到了与其螺綫相应的螺旋运动。在槍管旋轉时，銑刀位于槍管的螺紋的槽中，直到凸輪的一个凸起部分碰到滚子 7 时为止。当凸輪碰到滚子时，套筒 4 和槍管一起向左移动，銑刀即在螺紋側面上开始切削金屬。凸輪的凸起部分的輪廓决定鏟削的深度及長度。按

上述固定槍管，凸輪 6 的凸起部分始終正确地指出对断隔螺紋末端的方向。

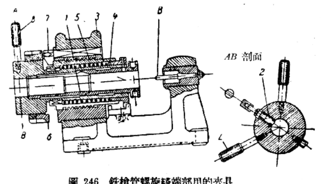


圖 246 銑槍管螺旋綫端部用的夾具

§ 65. 切齐槍管尾端端面及其各部位的加工

在深鑽后，多半切兩次槍管尾端端面，一般是在粗鉸及半精鉸彈膛之前。在个别情况下，第二次切端面要与切制槍管尾端上連接机匣的螺紋一齐作，这是为了使螺紋起点获得准确的尺寸。

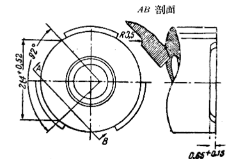


圖 247 銑退壳鈎缺口輪廓：工步 I

在普通車床上用端面車刀車端面时，須特別注意端面对槍膛軸綫的垂直度。

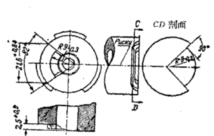


圖 248 銑退壳鈎缺口輪廓：工步 II

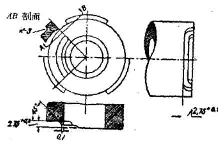


圖 249 銑退壳鈎缺口輪廓：工步 III

个別的槍管結構，例如 ДП 式（圖 247,248,249），其退彈鈎及推彈部的缺口是在立式銑床上用端銑刀或立式銑刀銑出。

銑削总是在加工槍管与机匣的联接部位之后进行，以便用它們作基准来保証这些部位对槍門的正确位置。

在槍管用螺紋与机匣連接的情况下（如 ДП），螺綫的起点就是基准，并根据这一点用夹具安裝槍管。

ДП 槍管端面的缺口，用高尔基工厂的立式銑床在四个工步中銑出。圖 250 所示为該銑床之傳动系統圖。

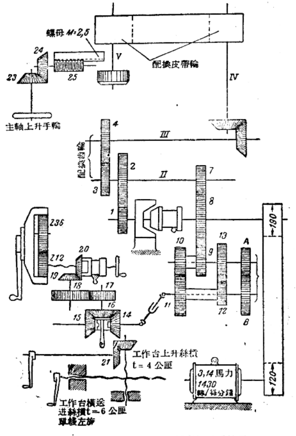


圖 250 高尔基工厂的立式銑床傳动系統圖

§ 66. 槍口端面的加工

槍口端面的加工由兩个或三个工序構成，这些工序是在普通車床上完成的。最后一个工序是使槍口端面得到最后的形狀。为

了这个目的，一般使用定形銑刀。

当加工槍口端面时，应把注意力集中在槍口端面对槍膛軸綫的垂直度。要达到这一点需要正确地切去槍口部分，或是正确地切槍口端面并均匀地加工槍口端面的內斜面（單面的切去金屬要影响到子彈由槍膛飞出时的方向的正确性）。

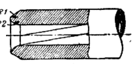


圖 251 槍口端面

借槍管及刀具軸綫严格重合的方法可以达到均匀地切削槍口端面及其內斜面，为此，常用导向套筒，將刀具及槍口末端引入导向套筒中。

加工 ДП 槍口端面使其具有如圖 251 所示的形狀，系在普通車床上用定形銑刀（圖 252）进行。

在加工內部时，將銑刀的圓錐部分裝入夾具中并用螺栓夾紧；夾具固定在主軸內。將槍管尾部安裝在床尾的頂針上，而將槍口一端引进导向套筒的孔內，并朝向銑刀的切削部分。銑刀由

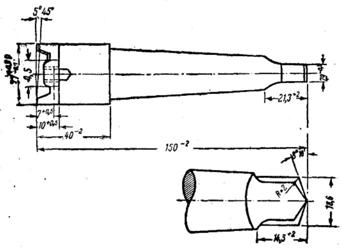


圖 252 加工槍口端面用的定形銑刀

机床主軸得到迴轉运动，并用手使槍管作給进运动。槍口端面形狀用專門的量規檢驗。

ПМ 槍口端面的加工包括用切刀切槍口部份（圖 253,а），用偏刀車槍口端面（圖 253,б）以及用專門定形車刀加工槍口端面（圖 253,в）；所有工序都在車床上完成。

1891/1930 年式步槍槍口端面的加工包括切割槍口部分及用定形銑刀倒槍口圓角，这兩个工序在車床上完成。

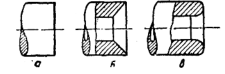


圖 253 槍口端面的加工

第十一章 槍管的热处理，鍍鉻及氧化处理

§ 67. 槍管的热处理

机械加工时，热处理的主要对象是碳素鋼制造的口徑为7.62公厘的槍管；这里包括整个槍管的热处理及其个别部位的热处理，例如，尾端面的热处理。全面热处理的目的是提高槍管的机械性能；它是最后的热处理工序。槍管尾端面只有在遭受进到前面位置的槍机冲击时，才进行热处理。自动武器槍管尾端面一般都进行热处理，以免尾端端面上的金屬有局部压皺的可能。

由碳素鋼制成的槍管，其全部热处理包括淬火和回火，它是在鑽孔、粗鉸槍膛以及初步粗車槍管外表面之后进行的。在这样的工序順序下，由于壁厚的减小，槍管金屬达到了較好的淬透性。同时在以后的內外部加工中能保証得到圖紙所要求的尺寸。

槍管在淬火之前，先在兩个鉛槽中加热。在温度为 650～

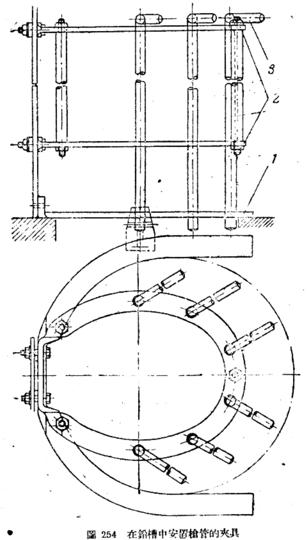


圖 254　在鉛槽中安置槍管的夾具

670°的第一个槽中，使槍管預热2～4分鐘。在溫度为830～850°C的第二个槽中使槍管最后加热同样的时間。在某些情况下（当鋼的結晶粗大时），將槽的溫度降低到820～830°C甚至到800°C。

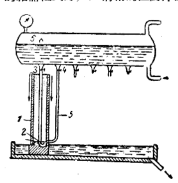


圖 255　淬火設备

为了避免槍管在鉛槽中浮起，需用專門夾具安裝槍管（圖254），在这个夾具的桿2兩端上，有耐火支架1。將槍管放在耐火支架下，并用擋桿3擋着，使它不能浮起来。在槽中可以同时加热到六个槍管。槍管由第一个槽一一轉到第二个槽內。

將为淬火而加热好了的槍管放在專門的設备中冷却，这些設备要能保証在整个槍管長度上使槍管的內外表面均匀地冷却（圖255和256），冷却介質采用机器油。这种冷却方法在整个槍管断面上能保証其較好的淬透，同时也可能得出同一的金屬結構，因而在整个槍管的長度上，在回火之后也能得到大致同样的硬度。这对于挤压膛綫特別重要。

为了冷却，將已加热的槍管放入洋鉄筒1（圖255）中，并將其尾部裝在夾头2上，而把槍口部分放在龙头下面。立即开放龙头3和4，受4～5个大气压作用的油，就以很大的速度由龙头3流出，并通过槍膛从內部冷却槍管，同时由龙头4經軟管5进入筒內，从外部冷却槍管。通过槍膛的油也經过夾头的孔向筒里面流，因而使筒很快地充滿。当筒被充滿时，油就溢入槽內，而龙头4被关閉。为了在容器6中造成所需要的压力，由空气压縮机向容器內压入空气。

冷却槍管总的延續时間为10～15分鐘，这要由其壁厚来决定。例如，步槍槍管的冷却时間較短，而 ДП 式机槍的槍管則較

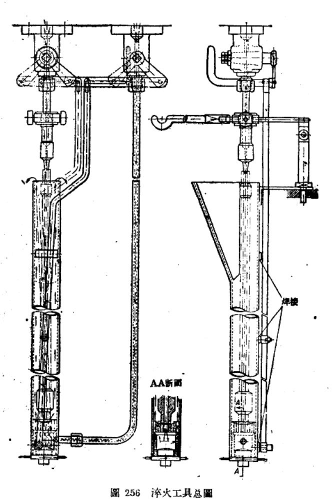


圖 256 淬火工具总圖

長。冷却时間的長短也要由油的温度来决定，它由工作开始时的30°到一个工作班結束时升高到70°C。

虽然应用的冷却剂（油）冷却得并不激烈，但所述的槍管冷却方法仍能保証槍管金屬在整个長度內有較好的淬透。經驗証明，用較强的冷却剂（水）时会造成裂紋。

必須指出，几年以前曾应用过高度不大的筒，而油也不是由附加軟管往筒里送的；这不能保証槍管槍口部分的淬硬。这种热处理的缺点对于挤压膛綫来說是很重大的缺点。

为了回火，使用同淬火一样的鉛槽將槍管加热到規定的温度，这个温度是由該批內取出5～10个槍管作試驗性回火时規定的。冷却是在空气中进行。

在下列的程序下进行試驗性回火：檢驗淬过火的槍管的硬度，若硬度H_B大于400时，那么回火温度取600°；如硬度H_B为300～400时，那么回火温度大約規定为550°，当硬度H_B小于300时，回火温度降低到480°～500°。在試驗5～10个槍管的基础上規定全批槍管回火加热的温度及时間。

往槽里裝槍管时要使槍口部分向上。

热处理規范所指出的偏差以及靠实驗方法选擇回火規范的必要性决定于送到热处理車間的槍管的金屬情况。所以为了很快地并正确地規定規范，在热处理之前根据爐号將槍管加以选分就有很重要的意义。

在鉛槽中加热槍管时，槍膛的表面被氧化鉛及氧化皮蓋着，为了消除它們对鉸孔的有害影响，在槍膛繼續加工之前，必須將它們加以消除。为了去掉鉛，在热处理之后应立即用專門工具（圖257）插入槍膛进行清理。

热处理后的氧化皮也可用加热到80～90°的10～12%硫酸溶液酸洗以排除之，酸洗时間为10～20分鐘。酸洗后，將槍管在槽中用冷水冲1.5～2分鐘，再在加热到80～90°的碳酸鉀溶液的槽中中和4～5分鐘。为了更好的中和，最好使槍管移动。

为檢驗热处理情况，要測定所有槍管的硬度并从每批中抽取

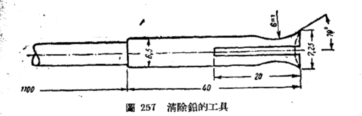


圖 257 清除鉛的工具

一定的百分数作拉断及冲击試驗，并且研究显微結構。試件的切取如圖 258 所示。

从前由 0.392 鋼制成的 ШКАС 及 ШВАК 机槍的槍管要在深鑽后进行热处理（淬火和回火），其热处理的进行方法和上述一样。这样热处理的方法是便于深鑽（鑽头消耗較少等等）。

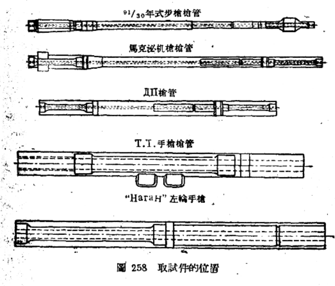


圖 258 取試件的位置

在某些情况下，为了發現淬火后的裂紋，槍管还要在磁力探伤仪上进行檢驗。

§ 68. ДП 和 ШВАК 槍管尾端面的热处理

ДП 及 ШВАК 槍管尾端面的热处理包括淬火和回火。热处理的目的在提高尾端面硬度，因在該种槍中，槍机凸緣在进到前部位置时冲击尾端面的頂端。

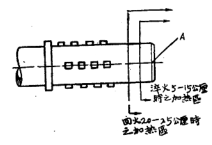


圖 259 尾端面加热区域

圖 259 所示为淬火和回火时槍管尾端面加热区域。淬火时在 ВУ-22 型淬火爐中进行加热（圖 260），此爐由裝滿鉛的鉻鎳坩堝（22%Ni，10～12%Cr，0.60～0.70%C）、鉻鎳合金加热器及襯爐組成。加热用的电压为 120 伏特，电流强度为 140 安培。加热的槍管每次 10 根裝在夹具（鑄鉄板）上（ШВАК 砲管每次 2 根），并考慮到不使加热区域大于 5～15 公厘。在 2 分鐘內加热到850～870°，然后在温度为 40—80° 的錠子油中冷却 15 分鐘。若为垂直的安裝时，須以快速运动將槍管放入油中。

回火时，在鉛槽中將槍管加热到 430～460°（ШВАК 砲管为 420～440°）；时間为 7 分鐘。每 48 个槍管一起裝在槽中（ШВАК 砲管每 6 个一起），裝入深度为 20～25 公厘。加热后將它們放在空气中冷却。淬火区域硬度应为 $Rc=37\sim44$。

当热处理进行的不正确时，就会在断隔螺紋上出現暗紅色及氧化皮。为了避免氧化鉛对槍管金屬的有害作用，要定期地用木炭使槽去氧，这种木炭裝在帶眼的盒內，在 700° 时將其放到鉛

槽中，放 10～15 分鐘，即达到完全燃燒为止。为了防止鉛的氧化，在鉛的表面蓋上一層碎碳。

为了确定膨脹量，在淬火之后用有刻綫的量規檢驗彈膛。若有膨脹，須在更大的長度上重新淬火。

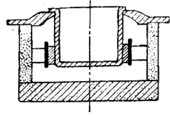


圖 260 *BY*-22 型加热爐

§ 69. 槍膛表面的鍍鉻

槍膛表面的鍍鉻是为提高它們的寿命，主要是为了增加抵抗子彈外皮对槍膛表面的机械磨損的耐磨性。同时槍膛表面的鍍鉻还提高它們的抗銹和抗蝕能力。

槍膛表面的鍍鉻，或者是完全的，即膛綫部份和彈膛都鍍，例如，在 ДП 槍管中；或者是只鍍膛綫部份或彈头进口，例如，在ПТР槍管中。在后一情况下，为使鉻不致鍍到彈膛的表面上，需要把彈膛堵住。

鍍鉻就是使电解液中的鉻鍍在槍膛表面上。此时所鍍的鉻層的厚度可能是不同的，因此在实际生产中鍍鉻分为兩种："薄"鍍鉻，鉻層在直徑方向厚 0.035～0.1 到 0.2 公厘，"厚"鍍鉻，鉻層在直徑方向大于 0.2 公厘。"厚"鍍鉻在提高槍管寿命方面效果最大，特別是，如果槍管在鍍鉻后再在电爐里在氮气中或者顆粒体（如砂子）中加热，例如，对于 ДП 槍管，在鍍層为 0.3 公厘和在氮气中加热（在500°时保持 4 小时）后，它們的寿命大約增加一倍（达 30,000 發）。

在鍍鉻之前，为了作最后的机械加工要根据规定的鉻層厚度將槍膛断面的尺寸加大。

为了正确鍍鉻和獲得最优良的槍膛表面，槍管要經受一系列的准备工序。

§ 70. 槍管鍍鉻前的准备

槍管鍍鉻前的准备包括以下各工序：槍膛表面精加工，根据槍膛尺寸將槍管分組，槍管去油、酸洗和洗淨。

鍍鉻前槍膛表面的精加工，一般就是拋光陰綫和陽綫的表面（即澆鉛擦膛）。在个别情况下，以光冲头通过槍膛"平整"陽綫。这个工序的目的是要得到光潔的膛面，并把它作得十分平滑，以便鉻在所有的点上沉淀均匀。

应当注意在电解时鉻的沉淀是不均匀的，也就是說，在那些靠近陽極的点上鉻沉淀得較多，而在离陽極远的点上就較少。所以膛面上如有擦伤、条紋、甚至是不严重的粗糙，都將由于鉻的沉淀不均而引起它們凹凸不平的增大，并且槍膛在光綫下驗看时显出暗色，而不是它应有的光輝色澤。由于表面粗糙致槍膛表面發暗是不允許的，因为突起的波峯，在子彈沿槍膛运动时極迅速的磨坏，膛中原有金屬的表面也就露出，以致降低槍管的寿命和耐銹。

槍管按綫膛部分断面的眞实尺寸分組，按檢查分組的結果来

表 26

序 号	陽綫的直徑(公厘)		陰 綫 的 直 徑 (公厘)		鍍鉻时間
	过	不 过	过	不 过	分 鐘
1	14.56	14.63	14.98～14.99	15.05～15.06	70
2	14.57	14.64	14.99～15.0	15.06～15.07	80
3	14.58	14.65	15.00～15.01	15.07～15.08	90～100
4	14.60	14.67	15.01～15.02	15.08～15.09	110～120
5	14.61	14.68	15.02～15.03	15.09～15.1	130～140
		И.Т.Д.			
9	14.68	14.75	15.06～15.07	15.14～15.15	210～220

确定每組槍管鍍鉻的时間，以獲得必須的鍍鉻層的厚度，在此厚度下每一枪管都会达到所要求的尺寸。

电流的化学作用与通过該电解液的电量成正比，也就是与电流强度和时間的乘积成正比，这就决定了在規定的电流强度下进行电解时枪膛断面的尺寸和鍍鉻时間之間的关系。

选分枪管应用特殊的量規。ПТР 14.5 公厘槍管的量規尺寸列于表 26 中，ДП 7.6 公厘槍管的量規尺寸列于表 27 中。

表 27

序　号	陽綫的直徑		陰綫的直徑		鍍鉻时間
№	过	不　过	过	不　过	分　鐘
1	0."3015	0."3035	0."3135	0."316	45～50
3	0."3025	0."3035	0."316	0."3165	65
		И.Т.Д.			
5	0."3035	0."3045	0."3165	0."317	80

在鍍鉻过程中，其延續时間根据工作条件（电流密度、电流效率）确定；例如，对于 14.5 公厘的槍管在表 28 列有数据，用以在实际上确定鍍鉻时間。

槍管的去油、酸洗和洗滌是为了从槍膛表面上脫脂，氧化色（暗紅色）、銹跡、氧化皮和污垢，以保証正常的鍍鉻和鉻的質点同基本金屬能很好結合。

槍管通常在含有 8～10% 的苛性鈉溶液的鹼池中于80～100°下进行去油。为此，每次將数根槍管裝在一个框架中，在池中放20 分鐘。

因为槍管上的油脂来源可能不同（动物的，植物的和矿物的），所以仅在鹼池中煮一次还不足以完全脫除一切种类的油脂。在鹼池中能溶解并脫除能以皂化的油脂，也就是植物油和动物油，而不皂化的油脂（矿物油）能溶于石油、汽油、乙醚中，或用电解法去除之。

表 28

电流强度 (a)	时間 (分鐘)														
	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
	增加的时間 (分鐘)														
150	5	5	5	5	5	10	10	15	15	15	15	20	20	20	20
140	10	10	15	15	15	20	20	20	25	25	30	30	35	35	40
130	20	25	25	30	30	35	35	40	40	45	45	50	50	55	60
120	25	30	35	35	40	45	50	50	55	60	60	65	70	75	75
110	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110
100	40	45	50	65	75	80	85	90	95	100	105	110	120	130	140

为了用电解法去除矿物油，將裝在框架中的槍管放入含有8～15%的苛性鈉溶液的池中，在 60～90°C 使电流通过池子。电流通过鹼溶液时，槍管及槍膛表面上剧烈地析出氫气并与电解質中鹼的濃度相比提高了它的濃度。这促进了除油过程的加速。

裝入池中的槍管先在陰極上进行处理 1～0.5 分鐘，然后再在陽極上处理 1～2 分鐘。池子边緣上的电压为 4～6 伏。

用以最完全地脫除油脂的附加操作是用布包着的探条蘸熟石灰漿擦膛面。

酸洗用以从槍管上脫除銹跡和氧化皮；为此，用盛有 1∶2 的鹽酸溶液的池子。因为鹽酸能溶解鉄（可由氫气的猛烈析出看出）

$$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2,$$

所以，为了減小它的溶解作用，往池子里加添血清 KC 作为調节剂。血清是一种由屠宰場的廢品制成的紅褐色粉末。

氧化鉄的溶解并不析出氫气，而依下列反应进行：

$$FeO + 2HCl = FeCl_2 + H_2O,$$

$$Fe_2O_3 + 6HCl = 2FeCl_3 + 3H_2O,$$

$$Fe_3O_4+8HCl=FeCl_2+2FeCl_3+4H_2O_{\circ}$$

槍管在酸洗池中放置的时間各有不同：由3～5分鐘到20分鐘。

將槍管由鹼池移到酸池或相反时，在盛水的池中和流动的水中加以洗滌。水可以是冷的和热的，但最好用热的，因为热水能更好地除去酸和碱的殘余物。

在酸洗和去油时，膛面質量与洗滌的仔細程度有很大关系。去油后用热水洗滌能更好地除去殘余的不皂化油脂和肥皂的薄層。应当注意，鈉的化合物（NaOH和苏打）生成固体肥皂，而鉀的化合物（KOH，碳酸鉀）生成易溶解的液体肥皂，在冷水中它們能够凝固并留在产品的表面上。酸洗后必須特别仔細地洗滌，使得不致污染鍍鉻池。在这种情况下，用流水冲洗最为合理。

§71．槍管的电解鍍鉻

准备工序完成后，就进行槍管鍍鉻。对于7.62mm的槍管用2.5±1mm直徑的鋼絲作陽極；对于14.5mm的槍管則用4mm的鋼絲。为了加大鋼棒的导电性，用电解法將陽極鍍銅。为了消除电解質对鉄的作用，先在盛有氰氫酸鹽溶液的池中进行电解[Cu(CN)$_2$，这个电解質对鉄不起作用]，以便在陽極上得到一薄層（0.01～0.02mm）銅，之后，由于在这种电解質中电解过程进行得極其緩慢，就需要在帶有$CuSO_4$鹽溶液的酸性电解質中鍍下一層銅；因为硫酸对鉄的作用已經消除，而且此时鍍銅进行得更加猛烈。銅層的厚度是不同的；例如，对14.5mm口徑的槍管的陽極鍍上0.2～0.4mm的銅層。

在陽極鍍銅时，应特别注意使銅均匀地沉淀在棒的全長上。因为銅提高陽極的导电性，所以在銅層厚的地方，就通过較多的电量，靠近这一部份陽極的膛面上鍍上的鉻層的厚度也就較大；結果，槍膛各部断面的尺寸就不一致。

由于鍍鉻用的电解質含有硫酸，为了預防陽極不受侵蝕，就

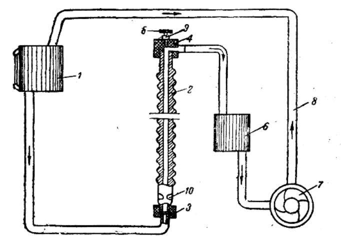


圖 261 槍管鍍鉻实驗裝置的原始圖解
1—压力槽；2—槍管；3—下栓；4—上栓；5—陽極；
6—收集槽；7—泵；8—管道；9,10—电綫。

將陽極补充的复上一層鉛，因为仅只銅是不能保証陽極可長期使用的。同时，在硫酸侵蝕到鍍鉻电解質中的銅棒时，鉄就極迅速的聚积起来，这是不希望的，因为这些杂質降低鍍鉻的質量。陽極上的鉛是用电解法鍍上的，而且用硼氟氫酸鹽溶液作为电解質。

鉛層的厚度为 0.3～0.5mm。

在鍍鉻后每次重新修理陽極时，先將其放在水中洗滌，在热碱中至少保持 20 分鐘，之后再洗滌，擦淨并用砂紙打磨，以便除去陽極表面上生成的掛霜 $PbCrO_4$。

槍管同陽極的裝法如圖 261 和 262 所示。將下栓 2 套在朝下的槍口部份 1 上；此时，將嵌入下栓絕緣体中的陽極 3 通入槍膛。將上栓（圖 264）套在槍管的尾部上，要使陽極能通过螺釘孔。此后，用螺釘將陽極压住，再擰上螺母將其拉紧。陽極的正确拉紧应保証它对膛面全長上的同心性。陽極拉紧得不正确时，

在槍膛中那些靠近陽極的膛面部分上会鍍上較厚的鉻層。

把同陽極裝在一塊的槍管裝入框架中，經过預热后再放入电解池中，以便不使鍍鉻池的电解質变凉。此外，应注意，鍍在凉的槍膛表面上的电解鉻附着性不够并会裂开。

槍管在含有鉻酸溶液（10～15%）的池子中，在50～60°C温度下預热7～15分鐘，或者直接在鍍鉻池中在电流断路时預热。預热池有兩層壁和兩層底，在其間隙中通入蒸汽，就能經常保持严格規定的溫度。

最通用的鍍鉻池电解質的成份如下：

鉻酸酐 CrO_3	150克
硫酸 H_2SO_4	1.5克
水 H_2O	1公升

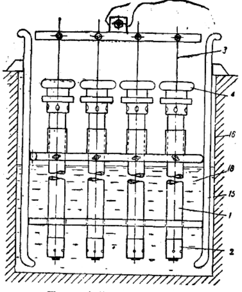


圖 262　槍管在框架中的裝法

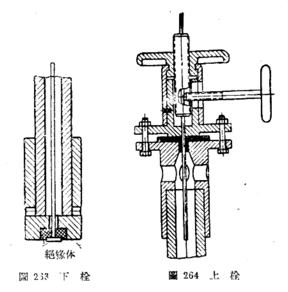


圖 263 下 栓　　圖 264 上 栓

陰極的电流密度約为 30 安培/公寸²; 电解質的温度为50～55°。

在厚層鍍鉻时，將电流密度增加到40～43 安培/公寸²，將池温昇高到 58～63°。

在鍍鉻池中不应有其他的酸，特別是硝酸；因为甚至極微量的硝酸就会引起提高电流密度的必要，而在含有 1 %的硝酸时，鉻就完全停止析出。

鍍鉻时，为了从槍膛表面上除去殘余的氧化物和杂質的小質点，先通以密度为 20～25 安培/公寸² 的反向电流 1～2 分鐘，之后，改为正向电流，其密度由 20～25 安培/公寸² 增到30 安培/公寸²，保持 3～5 分鐘。

与鍍鉻同时，發生电解質在槍膛內的猛烈沸騰和鉻沉淀到槍膛表面上。所有的鹽、鹼和酸的溶液都具有电离的能力，也就是說都分裂成离子：

$$CuSO_4 \rightleftarrows Cu^{++} + SO_4^{--}$$ 等等。

此时，陰离子跑向陽極，陽离子跑向陰極。鍍鉻时槍管是陰極；而鉻离子帶正电荷，在同槍管接触时就將陽电荷放出，同时沉淀在膛面上。

在鍍鉻时期，池中电解質的水位应保持一定的高度，因为电解質高度的改变会导致沿槍管全長鍍鉻不勻。順便提一下，这就有可能矯正机械加工时所得的槍膛錐度。

电解質循环的速度大約确定为 12～18 公升/小时。

槍管鍍鉻后，在水中清洗，然后拆开，并在流水中冲洗，然后再中和留在槍管表面上的硫酸，中和是在盛有 5～8 %的碳酸鈉溶液的池子中，于 40～60°C温度下至少进行一分鐘。

此后，所得 Na_2SO_4 鹽的沉淀極易在冷水和热水中洗掉。

§ 72. 槍膛鍍鉻后的主要缺陷

鉻瘤：瘤的成因是陽極在槍膛中的位置不对，陽極在拉紧不好时的局部不平坦和陽極本身的質量坏，包括陽極鍍的銅層不勻。

鉻"环"：这个缺陷相当普遍。其成因之一为使用了質量不佳的陽極。在使用个别地方因硫酸作用而致鉛皮消失的陽極时，發生銅被侵蝕；因此，在这一部份，槍管上鍍的鉻就較少，以致出現陰暗的"环"。另一成因可能是陽極上有一段未溶解的鉻，这段鉻是在以反向电流通过电解質时沉淀上去的。如果陽極的剝落或其被鉻复盖不是沿週圍發生，那么，在槍膛表面上就相应地得到不完整的"环"。这种缺陷在生产中叫做"鉻伤"。

同时池温不均也促使这些缺陷的生成。因为离子的活动性決定于电解質的温度，所以，在那些通过电量較少的地方温度就低；这就导致在該区域上鉻鍍得較少。

陽極鍍銅不勻也能引起缺陷，在生产中叫做鍍鉻不能遍及全部 "Непрохромировка"。

槍膛表面發暗：它和另一更为严重的缺陷——"波紋"——的

成因之一是鍍鉻前未充分地进行机械加工。这种現象的第二种成因是鉻本身的色澤，这色澤可用鉻的結晶所發生的光学效应来解釋。

槍膛表面上的黑点（条帶）：这个缺陷的性質还沒有弄清楚；实驗工作証明，这个缺陷对槍管的寿命并無影响。黑点的出現是由电解时的極化現象所决定的。欲避免黑点，应定时檢查电解質中 SO_4 离子的濃度。

鉻的崩落和脫皮：在槍膛表面未充分去油的那些地方，鉻沉淀得不好，并且同基本金屬結合得很弱。因此，在將槍膛表面用砂布擦磨和加工之后，膛綫角上的鉻就崩落。

鉻的脫皮在那些未將氧化皮完全除去地方發生，在这些地方鉻附着得不够牢靠。

槍膛的尺寸与量規不符：这个缺陷决定于槍管鍍鉻时間規定得不正确。

上述各种缺陷可用槍管重新鍍鉻修正之，或者在不符合不通过量規的要求时，用"补加鍍鉻"矯正之。

槍管重新鍍鉻时須先去鉻：去鉻系用电解法，在 9～12% 的苛性鈉溶液中或具有附加 KC 的 10～12% 的鹽酸溶液中在室温下，以密度为 20～25 安培/公寸² 的电流进行。在去鉻时槍管作陽極；用鍍鉛的鋼棒作陰極。

补加鍍鉻过程与鍍鉻过程有别，此时，只用一个准备工序——用热石灰漿去油。反向电流通过的时間減少到 15～20 秒而正向电流增加到十分鐘。

§ 73. 鍍鉻时彈膛的隔絕

在彈膛不需鍍鉻的槍管上，往陰極上套一适当尺寸的玻璃管將彈膛隔絕。在只有一部份綫膛加鍍鉻时，也用同样的方法將鍍过鉻的彈膛隔絕。彈膛进行加鍍鉻时不必隔絕綫膛，但可使用一端的按彈膛形狀加厚了的陽極。

槍膛表面的电解鍍鉻法在实际中应用得極为普遍幷很習慣，

同时，应該指出其它提高槍膛表面的耐損性的方法：

1.滲鋁法；

2.滲鉻法；

3.滲氮法；

4.滲硼法。

§74. 槍管外表面的化学着色（珐藍）

槍管外表面化学着色的目的是防止其不受侵蝕并使它們具有黑色，或与黑色近似的裝飾色和保护色（但較少）。

为了在槍管外部表面着色，用專門的酸或鹼的溶液作用到金属上，使它生成氧化薄膜。现在应用最广泛的是用鹼形成氧化薄膜的方法，这个氧化薄膜是由于將槍管放在含有無机氧化剂的沸騰的鹼水溶液中蒸煮的結果生成的。列在表 29 中的是三种鹼性氧化剂配方。

表 29

成　　份	№ 1	№ 2	№ 3
	重	量	(克)
苛性鈉	650～700	600	650
硝酸鉀或硝酸鈉	150～200	100～200	120
鞣酸提出物(与木材品种無关)	6	——	——
水	1000	1000	1000
过氧化錳	10	——	——
硼砂（或鞣酸）	——	——	2
亞硝酸鈉（或亞硝酸鉀）	——	——	40

若其它条件相同时，在鹼溶液（№1）里氧化处理可得出較好的結果。用这种方法所得到的氧化薄膜（在工厂里称为“黑色氧化物”），由于多孔性較小更能抵抗外部介質的氧化作用。經驗

証明，被氧化薄膜所复盖的零件的生銹是由多孔的地方开始的，并由此逐步的扩展起来。当將槍管加热到 300° 和超过 300° 时，氧化薄膜开始破坏。

氧化剂是根据下列方法准备的。先往已清理得很干淨的并已很好冲洗过的槽里倒水，然后开动机器攪拌器，并放入預先砸碎成小塊（直徑 40～50 公厘）的苛性鈉，每批 2～3 公斤[1]，將裝在網狀籠里的碱放入浴槽中，但要將籠掛起，而且在前一批溶解之后即裝滿下一批。

在苛性鈉溶解之后，往槽的蛇形管中通入蒸气并使溶液沸騰（125～130°），之后，在經常的攪拌下，將預先制配好的其余成份混合物倒入。使浴槽温度保持到所有的試藥溶解时为止，以后使藥剂靜止 2～4 小时，然后进行化学分析。

为作氧化处理，將槍管裝到專門的架上，当溶液完全沸騰时（温度为 135～145°），將它們裝进碱槽中。

氧化層的質量决定于氧化处理的规范，即决定于浴槽的温度，槍管在浴槽中延續的时間，及决定于氧化处理前槍管的預先准备情况。

浴槽的温度和氧化处理的延續时間系根据鋼的种类、鋼的狀态及所采用的氧化剂来規定。已經確定，低碳鋼、鉻鎳鋼和其它特殊鋼，以及淬过火的零件頂好在浴槽温度为 140° 和 140° 以上（到 148°）时着色，而含碳为 0.9% 的碳素鋼最好在更低的温度下着色。

延續的时間越長，氧化薄膜[2]的質量越高。它的多孔性就愈小。而密度和厚度[3]就愈大。

---

[1] 当积載时苛性鈉可能由于加热而熔化及溶液濺出浴槽外面。

[2] 根据大尉工程师科諾乐佐夫在砲兵大学金相实驗室用砂紙加工碳素鋼（0.1%C）試样表面时的实驗數据，氧化薄膜的最好質量是在延續时間为 3 小时时获得的。再繼續增加氧化处理时間时，氧化膜的質量得不到很大的改善。

[3] 氧化膜厚度以微米来測量。

在生产上正常的氧化处理延續时間为60～90分鐘。为了提高生产率，在战爭时期曾將氧化处理延續时間縮減到45分鐘。

用普通的工業用温度計测量溶槽的温度。当温度高时加水，而温度低时則加入强烈的氧化剂或火堿。

氧化处理时，为了去除各种不同的薄膜和掛霜，要定期地在水中冲洗槍管，这些不同的薄膜及掛霜妨碍正常的鍍層的生成。这样的冲洗应該做好几次，但在任何情况下都必須冲洗一次。

槍管在氧化处理前的准备和鍍鉻时一样包括去油和酸洗。

若在鍍鉻之后馬上进行氧化处理时，則槍膛已鍍鉻的槍管可不进行这个准备工序❶。同时必須指出，酸洗槽的酸（HCl）对鉻膜特别有害，因而不希望要这个工序。

在鍍过鉻的槍膛表面上不会生成氧化薄膜。表面未鍍鉻的槍膛用表面塗特殊藥剂的方法或是用槍膛与氧化溶液完全絕緣的方法来保护❷。

槍管在氧化处理后应在肥皂的鹹性溶液中❸和用急速的流水仔細的冲洗，直到氧化剂的痕跡完全去除时为止，并用抹布（干的、湿的、帶煤油的或者是帶酒精的）擦拭，以便排除与鉄連接的掛霜。之后，檢查氧化处理的質量并使槍管在温度100～120°的錠油中保持10分鐘，热油能很好的消除以前用煤油擦拭时可能殘存的水份，特别是在凹处。

酸性的氧化处理法是用特殊的藥剂"生銹漆"塗到槍管的外部表面上。表30引用的是生銹漆的成份。

这些漆是用下列方法准备的。往上釉的陶器槽中倒鹽酸，并且成份地加入氧化鉄皮，氧化鉄皮在攪拌时即溶解。氧化鉄皮由于反应停止若干时間后溶解就不完全。

---

❶ 事实上会發生这种情况，例如氧化处理ПТРД槍管时。

❷ 不鍍鉻的彈膛可以不保护。在这种情况下若是必要的話，在氧化处理后打磨彈膛的表面以去除氧化薄膜。

❸ 在肥皂水中冲洗能促使很快的干燥，并且由于干燥时形成肥皂薄膜能防止生銹。

表 30

成　　　份	№ 1	№ 2	№ 3
硝酸比重 1.3～1.4 …………	150 cm³	120 cm³	49.5 克
鹽酸比重 1.19～1.15 ………	1000 cm³	1000 cm³	17.94 克
氧化鉄皮 ……………………	200 克	300 克	——
鉄屑 …………………………	200 克	75～80 克	17 克
氯化亞鉄 ……………………	——	——	10.66 克
氯化汞 ………………………	——	——	1.26 克

之后，为了使溶液氧化，將硝酸以不大的份量不攪拌地倒入。当溶液开始冷却时，將不大一份鉄屑加入。作用完了之后，將溶液靜置6～12小时，再攪拌它，幷从中取出100 c. c. 以测定將溶液冲淡到比重1.04时所必需的水量。

在倒在一起的硝酸和鹽酸溶液中溶解鉄屑。当溶液冷却后加进預先溶解在水里的氯化亞鉄和氯化汞，然后往溶液里加1公升水，溶液的濃度应是波氏密度 7～9°。

在圖上（表 31）所表示的是用生銹漆氧化处理的工艺規程。

表 31

1. 在碳酸鉀或者在苏打水(7～10%或者是11～16% K_2CO_3 煮沸1小时)的浴槽中脫脂。

2. 用开水或冷水冲洗。用破布擦。

3. 往彈膛上塗康司太林油或塗黃油(65%)和石墨(35%)的混合物。

4. 塗生銹漆，溶液的密度为 1.07～1.08 (波氏密度 8～10°)。在 20～24° 时干燥(10～15 分鐘)。

5. 在加有 0.1% 的比重为 1.3～1.4的工業用硝酸的水中煮沸 20～25 分鐘。

6. 用帶有柴油和金剛砂的蔴絮擦淨槍膛。

7. 在刷光輪上打光(0.2 公厘金屬絲)。

8. 塗生銹漆，溶液密度 1.02 (波氏密度 2.5～3°)。在 20～24° 的

情况下保持不少于 8 小时。

9. 与第 5 条同。

10. 与第 6 条同。

11. 与第 7 条同。

12. 观察碰伤清除的情况。由表尺座上除去錫。

13. 用生銹漆着色，溶液的密度为 1.02，在 20～24° 的情况下保持 8 到 16 小时。

14. 在加有 0.1% 的比重为 1.3～1.4 的硝酸的水中煮沸 30 分鐘。

15. 与第 6 条同。

16. 在刷光輪上打光(金屬絲 0.7mm) 并用柴油和金剛砂清理槍口部分。

17. 在 100° 的肥皂水中煮沸，溶液濃度为 1～2%。

18. 塗槍油。

酸性氧化处理时不及碱性氧化处理时所得的氧化薄膜的質量好。操作本身比較累贅，时間也比較長。酸性氧化处理的方法应用在 1891～1930 年式步槍的槍管上，由于表尺座是用錫銲上的，所以对它不能用碱性氧化处理。

用碱性氧化处理时所得到的氧化膜的主要缺陷如下：

1. 在氧化表面上的紅褐色薄膜是由于氧化处理后冲洗得不好因而析出氧化液的固体份子而生成的。在这种情况下須对零件进行重新氧化处理和补充氧化处理。

2. 由于温度过高（大于标准）而呈現綠色或者褐色。为了消除这个缺陷，將槍管酸洗或用机械的方法除去一層，之后將零件重新氧化处理。

3. 在浴槽髒污时，表面上形成斑点。

§75. 氧化層的檢驗

到現在为止，檢驗氧化層的方法还沒有完全規定出来，而在大部份場合下，氧化处理的質量是根据外观決定的。在 25 支光的电灯反射器之下进行檢查。根据标准，在槍管上应該均匀地复上帶有一点兒淡藍色彩的深黑色。在局部淬火的零件上，在焊接和粗加工处，在凹处及外形复杂的地方允許色彩有微小的差别。

做为其它的方法可指出以下的几种試驗：

1. 用在淡硫酸（0.175%）中溶解氧化薄膜的方法檢驗着色的化学强度。照下列方法进行試驗：將零件放入盛有淡 H_2SO_4 的玻璃杯中 0.5 分鐘，然后用水冲洗并观察其表面。氧化薄膜不应該被溶解，而零件的外表亦不应改变。

2. 用噴砂器檢查着色的机械强度，这个噴砂器是長 0.5 公尺，直徑为 8 公厘的玻璃管。將直徑为 5 公厘的帶眼漏斗裝在管上。將氧化过的零件放得与管成 45° 角，并往漏斗里倒 100 克48号的金剛砂。經过这个操作，氧化薄膜不应該脫光。

3. 將試样浸到 0.5 %的藍矾溶液中 0.5 分鐘，以确定碱性氧化处理过的零件的密实性（сплошность），然后用水冲洗零件并观察其表面。銅点的出現表示在多孔性方面着色不合格。

由一組里取出百分率不大的零件进行这些試驗。